

# 関東地域の中深層地殻活動観測井を利用したVSP法 速度構造調査

著者	山水 史生
雑誌名	防災科学技術研究所 研究資料
号	251
ページ	1-75
発行年	2004-05
URL	<a href="http://doi.org/10.24732/nied.00001865">http://doi.org/10.24732/nied.00001865</a>

## 関東地域の中深層地殻活動観測井を利用した VSP 法速度構造調査

山水 史生\*

### Seismic Wave Velocity Structures in Kanto Area as Revealed by the Crustal Activity Observation Well VSP

Fumio YAMAMIZU

*Solid Earth Research Group,  
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, Japan  
yamamizu@bosai.go.jp*

#### Abstract

From 1991 to 1996, 12 seismic stations having the deep observation well were constructed in Kanto area in order to improve the detection capability of Kanto-Tokai observation network. The depth of well is basically 2,000 m. At some stations, the depth is less than 1,300 m since the top of pre-tertiary basement is located in shallower depth. Using these 12 wells, seismic P and S wave velocities were revealed by the VSP (Vertical Seismic Profiling) method. For P wave source, the VIBROSEIS vibrator was prepared, and the specially designed vibrator was introduced for S source. The measurement interval was 25 m for depths shallower than 500 m, and was 50 m for deeper than 500 m. Not only P but also S waves were clearly recorded at every measurement depths of all wells. This shows that the S wave vibrator effectively excites a pure S wave. Arrival times of P and S waves are determined in terms of time-lag computed by cross-correlation between two waveforms recorded at close depths. These times are rearranged to travel times at every 25 m interval by the cubic spline interpolation. Then, detailed velocity structures are estimated by numerical differentiation procedure. Mean layered structures are also estimated by approximating the travel time curve to several straight lines. All the velocity structures obtained are in good harmony with the geological and geophysical logging data related to each wells.

A database concerning on the well log data is created in order for easy management, quick search, visual presentation, and down loading those log data. The database has yet only basic functions. On the web browser screen, user can select station and data item, extract data in any depth range, see as a graph, get the same graph as a postscript figure, and down load data that he wants. Administrator manages the database on the same manner, but an access is protected in terms of password.

**Key words :** VSP method, Seismic wave velocity Structure, Well logging, Deep observation well, Hi-net, Kanto-Tokai observation network

#### 1. はじめに

関東地域の広域深部観測施設（以下中深層観測施設）は 2,000 m 級の観測井を基本とし、首都圏における観測能力を格段に向上させることを目的として、1991 年度から 1996 年度にかけて関東・東海地殻活動観測網（以下関東東海観測網）の一部として整備された。関東東海観測網は 1978 ～ 1983 年に整備されて以来、同地域の地震活動に関するデータを定常的に提供し続けている（岡田ほか、2000；木村ほか、2001；関口、2001；松村ほか、2002；野口

ほか、2003）。本報告では、中深層観測施設の観測井を利用した VSP 法による地震波速度構造調査によって得られたデータとその解析結果を中心にまとめることとする。

厚さ数 km の浅部地殻の詳細な速度構造は観測網に関する基礎データであり、観測データを精密に処理・解析し、得られた地震観測の結果を正しく理解する上で不可欠のものである。また既存の各種検層資料とともに、浅部地殻のテクトニクスを解明するための基礎資料として重要である。地震工学的には、VSP 法によって得られた S 波

\* 独立行政法人 防災科学技術研究所 固体地球研究部門

速度を含む地震波速度構造は、実際の地震動の周波数帯域でのものであり、首都圏に被害を及ぼすと考えられている大地震の震動特性を解明し、きめ細かな震度予測を行う上で不可欠のものといえる。

既に鈴木・小村（1999）により、中深層観測井の掘削時に行われた音波速度検層をはじめとする各種物理検層データおよび地質資料に関しては、直接地下深部の情報をもたらす貴重なデータとしてまとめられている。本報告では、VSP 法による速度構造とこれら孔井検層データとの比較も行うこととする。加えて、既存の検層資料などのデジタルデータをより一層取扱い易くするために、データベース化を行った。未だ最小限の機能しか備えていないが、Web ブラウザを使用し、ネットワーク経由で観測井・検層項目の選択、データの抽出・描画、およびデータの追加・変更・削除等を行うことができるものである。

## 2. VSP 法概要

図 1 に VSP 法調査の概念図を示す。VSP 法は反射法地震探査の一つであり、地表の震源（Vibrator）から下方に伝搬する直達波（Direct Waves）、および地層境界で反射し上方に伝搬する反射波（Reflected Waves）を観測井内の地震計（Well Seismometer）で深さを密に変えながら繰り返し記録する。地震計の深度が既知であることから、直達波を利用すれば速度構造を精度良く求めることができ、物理検層データや孔井地質データと詳細に対比することができる。

一方、反射波を利用するのが本来の VSP 法であり、デジタル処理によって直達波を取り除き反射波のみを分離抽出し、通常の反射法記録に相当するもの、すなわち反射合成記録を作成する（Kennett *et al.*, 1980）。直達波と同様に測定深度が既知であることから、反射合成記録を通常の反射法地震探査により得られた反射断面図と比較することにより、反射法による反射断面の精度の検証を行うことができる（井川ほか, 1986）というものである。

本報告における調査方法は、前者の直達波を利用したものであり、ボーリング孔を利用した直接速度測定としてこれまでも広範に行われている。特に太田ほか（1977, 1978）、山水ほか（1981）、Yamamizu *et al.*（1983）、山水（1996）は、防災科学技術研究所の 3,000 m クラスの深層観測井を利用した測定により、P 波 S 波速度構造のみならず Q 構造の推定についてもめざましい成果をあげている。

## 3. データ取得および前処理

### 3.1 データ取得

関東および周辺地域における地殻活動観測点を図 2 に示す。関東東海観測網、高感度地震観測網（Hi-net）、および他機関の観測点が含まれている。VSP 法調査は、厚木（ATGH）、横浜（YKHH）、西野原（NSHH）、所沢（TKRH）、日高（HDKH）、千葉（CBAH）、養老（YORH）、富津（FUTH）、成田（NRTH）、江戸崎（EDSH）、真岡（MOKH）、および伊勢崎（ISSH）の中深層観測施設 12 か所（図 2 の青四角印）

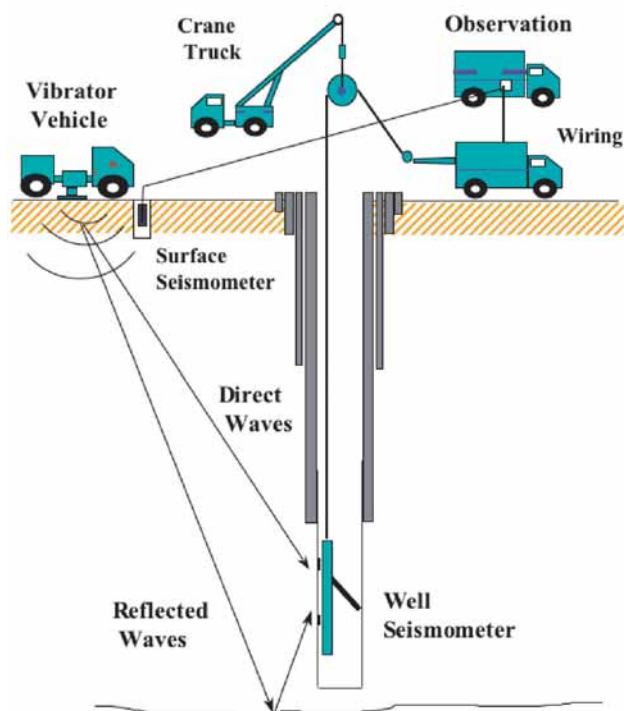


図 1 VSP 法調査概念図

Fig. 1 Schematic representation of the VSP measurement.

で行った。観測施設名、緯度・経度・高度、観測井深度を表 1 に示す。次節以下の解析結果はこの表の順に従って示すこととする。

震源として、P 波および S 波専用のものをそれぞれ用意した。P 波震源として大型パイプロサイズパイブレータ、S 波用として小型のパイブレータである。S 波パイブレータは、ウェイトを通常縦方向に振動させるものを、横方向にも振動可能なようにしたもので、S 波を効率良く発生させることができる。図 3、図 4 にそれぞれ P 波、S 波パイブレータの概観および性能を示す。

観測井内地震計は Western Atlas International 社製 LRS-1300 3 成分地震計（図 5）を使用した。地震計の固有周波数は 10 Hz で、プリアンプ内臓のものである。記録器は、反射法地震探査で使用される探鉱機（デジタルテレメトリシステム G-DAPS 3/4、（株）地球科学総合研究所製）を使用した。

P 波・S 波パイブレータ震源はなるべく孔口付近に設置し測定を行った。あまり近すぎると孔井内の水を伝わる音波（以下チューブ波）の励起が大きくなるため、やや遠くに設定したところもある。孔口からのオフセット距離は 20 m ～ 250 m である。測定深度間隔は、深さ 500 m までは 25 m 毎、以深は 50 m 毎を基本とした。スイープ周波数は P 波用 10 ～ 80 Hz、S 波用 10 ～ 60 Hz（一部 50 Hz）で、スイープ長 20 秒、スタック回数は測定深度により 1 ～ 6 とし、記録状況を確認しながら測定を進めた。サンプリング間隔は 2-msec で、8 秒間記録した。ローカットフィルタは使用せず、ハイカットフィルタ（遮断周波数 180 Hz）のみ適用した。

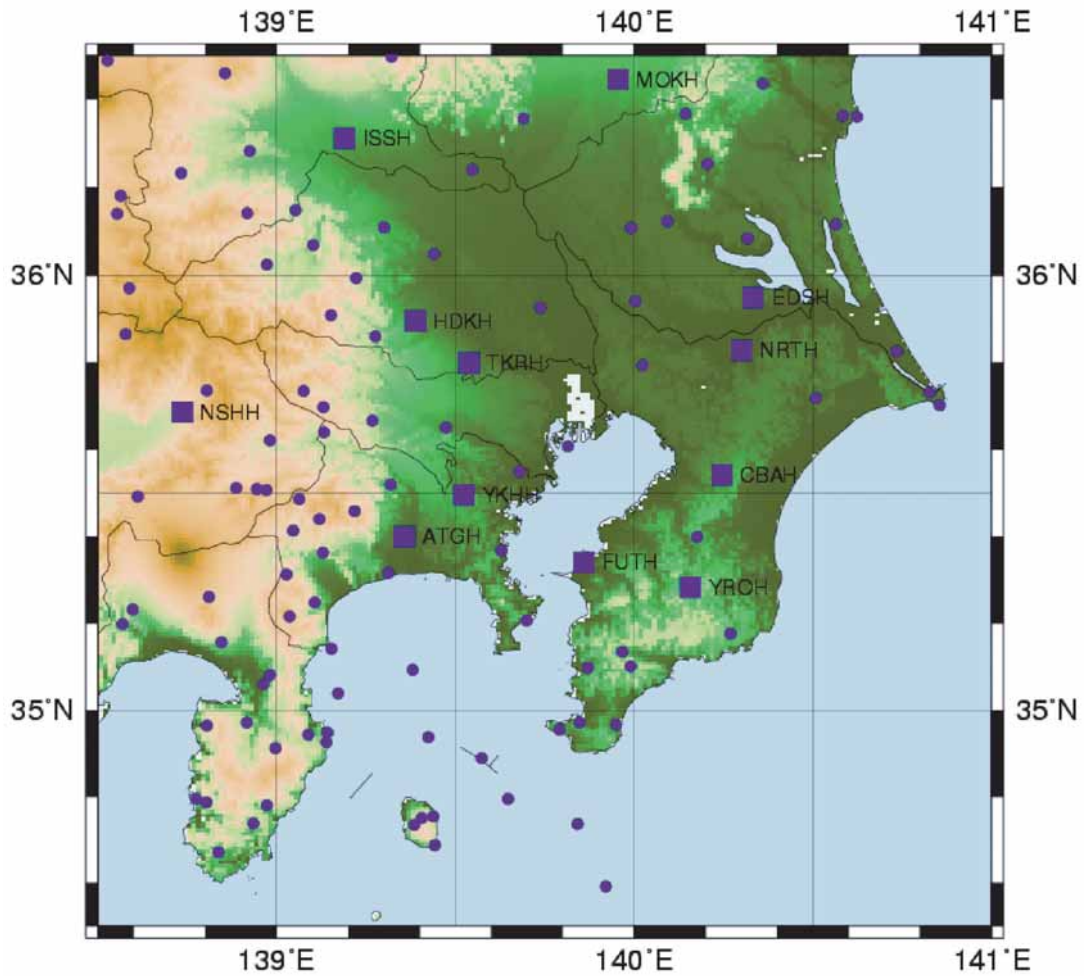


図2 関東および周辺地域の地殻活動観測点（青丸印）、関東東海観測網、高感度（Hi-net）観測網および他機関の観測点を含む。青四角印が VSP 調査を実施した中深層観測施設

Fig. 2 Distribution of crustal activity observation stations in and around Kanto area (blue circles). Kanto-Tokai, Hi-net, and other organization networks are plotted together. Blue squares with name show the stations for the VSP measurement in this study.

表1 VSP 法調査を実施した観測井、所在地、緯度、経度、観測井深度

Table 1 Well name, address, latitude, longitude, and depth of well where VSP measurements were held.

Station	Address	Latitude	Longitude	Depth (m)
Atsugi	280 Shimotsukoku Atsugi-shi, Kanagawa	35° 24'02.5"	139° 21'21.2"	1,800
Yokohama	116-3 kawaijuku-cho Asahi-ku, Yokohama-shi	35° 29'45.4"	139° 31'21.9"	2,000
Nishinohara	925 Shimoodashi Nishinohara-cho Enzan-shi, Yamanashi	35° 41'10.5"	138° 44'13.5"	1,206
Tokorozawa	23-1 Shiro Tokorozawa-shi, Saitama	35° 47'58.7"	139° 32'18.5"	2,000
Hidaka	1500 Takahagi Hidaka-shi, Saitama	35° 53'45.3"	139° 23'15.8"	1,800
Chiba	1513-1 Hirakawa-cho Midori-ku, Chiba-shi	35° 32'33.1"	140° 14'41.9"	2,000
Yohro	602 Sakuranotani Kunimoto Ichihara-shi, Chiba	35° 17'00.2"	140° 09'23.3"	2,000
Futtsu	146-2 Shintomi Futtsu-shi, Chiba	35° 20'28.6"	139° 51'31.5"	2,000
Narita	570-57 Matsugasita Minamihatori Narita-shi, Chiba	35° 49'39.1"	140° 18'04.6"	1,300
Edosaki	15 Aranuma Edosaki-machi Inashiki-gun, Ibaraki	35° 56'51.7"	140° 20'00.8"	1,200
Mohka	205-3 Yanagihayashi Mohka-shi, Tochigi	36° 26'34.2"	139° 57'16.1"	1,648
Isesaki	1976 Rendori-cho Isesaki-shi, Gunma	36° 18'40.1"	139° 11'16.5"	2,000





Vibrator	Vehicle
Frequency Range : 5 – 250 Hz	Length : 8 m
Maximum Load : 13.6 ton	Width : 2.45 m
Weight of Moving Mass : 3 ton	Height : 3.35 m
Weight of Plate : 1.7 ton	Weight : 18 ton
Area of Plate : 1m x 2m	

図 3 P 波震源用パイプロサイズバイブプレート

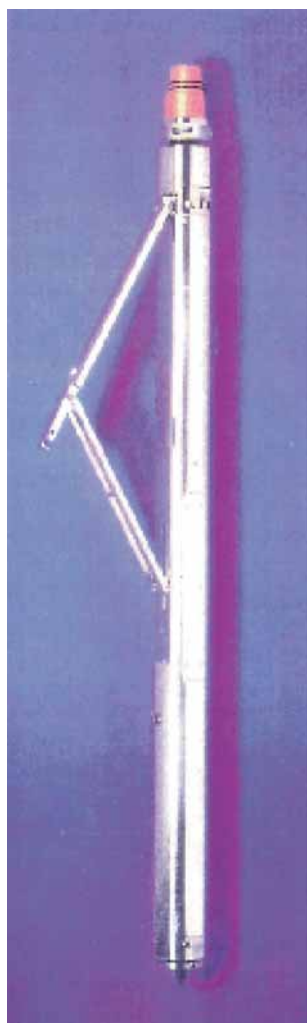
Fig. 3 General view and specifications of the VIBROSEIS vibrator for P wave source.



Vibrator	Vehicle
Frequency Range : 10 – 500 Hz	Length : 6.05 m
Maximum Load : 2.722 ton	Width : 1.83 m
Weight of Mass : 0.141 ton	Height : 2.40 m
Weight of Plate : 0.174 ton	Weight : 4.17 ton
Area of Plate : 0.657 m <sup>2</sup>	

図 4 S 波震源用小型バイブプレート

Fig. 4 General view and specifications of the buggy-type vibrator for S wave source.



#### Seismometer

Frequency : 10 Hz

Spurious Frequency : over 204 Hz

Preamplifier : 60db (max.)

#### Capsule

Length : 130cm

Diameter : 10.2cm (4 inch)

Weight : 54.5 kg

Max. Pressure : 20,000 psi

Max Temperature : 177 °C

#### Clamp

Applicable Diameter : 4 5/8 ~ 20 inch

Clamping force/weight : 7.3~2.9

Safety Mechanism : release arm (power failure)

図5 3成分観測井内地震計

Fig. 5 General view and specifications of the 3-component well seismometer.

### 3.2 データ前処理

S波パイブレータ震源は加振方向に卓越したS波を発生するが、孔井内地震計の水平2成分の方向は不明であり、S波の卓越した方向に向いているとは限らない。このため、取得したS波パイブレータによるデータは解析の前に、S波を強調する処理を行った。S波到達時付近の水平2成分記録を使用し、共変テンソル

$$\sum_i \begin{pmatrix} A_x(i\Delta t)A_x(i\Delta t) & A_x(i\Delta t)A_y(i\Delta t) \\ A_y(i\Delta t)A_x(i\Delta t) & A_y(i\Delta t)A_y(i\Delta t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

の主軸の方向 $\theta$ をS波の卓越方向とし、

$$\begin{pmatrix} A'_x \\ A'_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\theta & \sin\theta \\ -\sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_x \\ A_y \end{pmatrix} \quad (2)$$

により座標軸の回転変換を行った。ここで $A_x(i\Delta t)$ 、 $A_y(i\Delta t)$ は元の水平動2成分記録の*i*番目のサンプル値、 $\Delta t$ はサンプリング間隔である。 $A'_x$ 、 $A'_y$ は座標変換後の記録となる。図6に座標変換によるS波強調処理結果の一例を示す。左2つが処理前の水平2成分記録、右が処理後のS波卓越方向の成分である。S波位相の整列やより深いところで

の振幅の強調など、主軸方向への座標変換による効果を明瞭に見ることができる。

図7.1(1)～図7.12(2)に、速度構造解析に使用した全記録を示す。振幅は各トレースの最大値で正規化してある。各図(1)がP波パイブレータ震源による上下動記録である。このP波用上下動記録については、前処理を行っていない。(2)がS波震源による座標変換後の卓越方向の記録である。いずれの観測井における記録でも、ほぼ孔底までピュアなS波が記録されており、S波パイブレータの威力を示す画期的な記録といえる。

### 4. 速度構造解析

前節の記録を用いて速度構造解析を行った。その手順は、(1) 初動走時の読み取り、(2) 震源のオフセット補正、(3) データ補完、(4) 数値微分による詳細速度構造の推定、および(5) 層区分による近似速度構造の推定である。

最初に、P波・S波初動走時は、サンプリング間隔(2-msec)未満の精度を維持するため各深度における波形の相互相関によるタイムラグから決定した。いずれも0.2-msecの精度は確保されている。つぎに、震源と孔口とのオフセッ

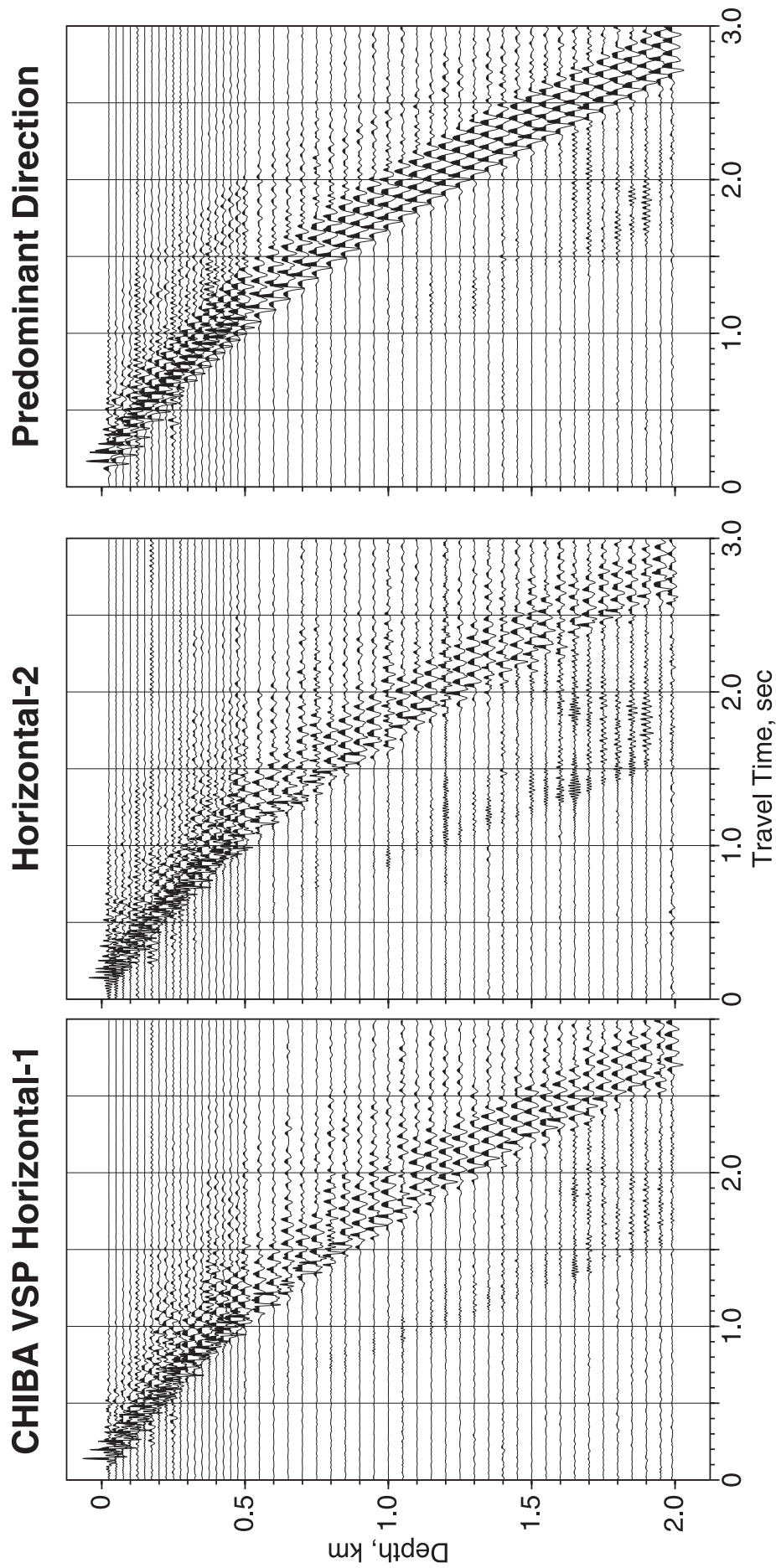


図 6 S 波強調処理の一例, 左および中央が処理前の水平動 2 成分記録, 右が処理後 S 波卓越方向の記録

Fig. 6 An example of effect of S wave emphasizing process. Right and middle are two original horizontal components, left is transformed records to the predominant direction of S wave.



ト距離をもとに、孔口からの垂直走時となるように補正を行った。補正後の垂直走時に cubic spline 関数による内挿を適用し、測定間隔が 25 m となるように補完を行い最終的な走時とした。この走時曲線を図 7.1(1)～図 7.12(2)の中央に示す。いずれの走時曲線も数本の直線で近似することができる様に見える。すなわち、数層に区分することができる。ここでは、おおまかに区分された範囲を最小二乗法によって直線近似し、対応する速度を求め近似的な速度構造とした。

P/S 速度構造は、補完後 25 m 間隔に整えられた走時を数値微分することにより決定した。微分には 5 点公式

$$v_i = \frac{1}{12h}(t_{i-2} - 8t_{i-1} + 8t_{i+1} - t_{i+2}) \quad (3)$$

を用いた。ここで、 $v_i$  および  $t_i$  は深度  $i$  における速度および走時、 $h$  は測定深度間隔 (25 m) である。端点においては、

$$\begin{aligned} v_0 &= \frac{1}{12h}(-25t_0 + 48t_1 - 36t_2 + 16t_3 - 3t_4) \\ v_1 &= \frac{1}{12h}(-3t_0 - 10t_1 + 18t_2 - 6t_3 + t_4) \\ v_{N-2} &= \frac{1}{12h}(-t_{N-5} + 6t_{N-4} - 18t_{N-3} + 10t_{N-2} + 3t_{N-1}) \\ v_{N-1} &= \frac{1}{12h}(3t_{N-5} - 16t_{N-4} + 36t_{N-3} - 48t_{N-2} + 25t_{N-1}) \end{aligned} \quad (4)$$

を適用した。得られた速度構造を図 7.1(1)～図 7.12(2)の右に示す。層区分による近似層構造 (図中直線) も重ねて示した。表 2.1～表 2.12 に読み取った P/S 波走時、オフセット補正後の垂直走時、内挿補完後走時、数値微分による詳細構造、および近似構造を示す。

## 5. 速度構造概観

ここでは、前節で得られた各観測点の速度構造を概観する。また、地質柱状図や既存の音波・密度などの物理検層結果 (鈴木・小村, 1999) と比較することとする。図 8.1～図 8.12 の (1) が速度構造と観測井地質および音波密度検層結果を比較したもので、(2) が物理検層結果をまとめてプロットしたものである。全体的に見れば、いずれの観測井で得られた結果も地質構造や各種物理検層結果と調和的であり、信頼性の高いものであるといえる。

### 5.1 厚木観測施設 (図 8.1)

地質構造は、最上部 0.04 km が沖積層、その下約 0.2 km までが第四系相模層群、以下孔底まで中新統相川層群と推定されており、先第三系基盤には達していない。P 波 S 波速度とも深さとともに増加する傾向を示しており、明瞭な速度境界は見られない。最上部深さ 0.4～0.5 km までは P 波速度は 1.4 km/sec ～ 3.1 km/sec、S 波速度は 0.3 km/sec ～ 1.0 km/sec とやや急激に増加しているのに対して、以深では孔底までより緩やかな勾配で増加しているのが特徴的である。孔底付近での P 波 S 波速度はそれぞれ 3.9 km/sec、および 2.0 km/sec となっている。地質的には相模層群と相川層群間に速度コントラストが期待されるが、相当する速度境界は見られない。反対に、0.4～0.5

km 付近の速度勾配の変化に対応する地質境界も見られない。

S 波記録では、1.6 km 以深でチューブ波の影響が大きい (図 7.1(2))。同図に明らかなように、S 波初動部の S/N 比が良くなく走時の読取り値のばらつきが大きい。このため、1.2 km 以深の S 波速度はやや精度が低い。

### 5.2 横浜観測施設 (図 8.2)

P 波速度は 1.7 km/sec ～ 2.7 km/sec、S 波速度は 0.5 km/sec ～ 1.2 km/sec のように深さとともに単調に増加する速度構造を示し、明瞭な速度境界は認められない。孔井地質は深さ約 1.4 km まで第四系上総層群、1.4 km～孔底が中新統三浦層群となっている。先第三系基盤には達していない。約 1.3 km 付近に見られる 2.43 km/sec と 2.67 km/sec の P 波速度コントラストが、上総層群と三浦層群の境界に相当するものと思われる。S 波速度については明瞭ではない。

図 7.2(1) の P 波記録を見ると、弱いながらも深さ約 0.8、および 0.95 km から右上方向へ伝搬している反射波が認められる。これらは、図 8.2(1) の音波検層図に見られる 0.75～0.8 km および 0.8～1.0 km の高速度部分の下面からの反射と思われる。またさらに微弱ではあるが 1.3 km 付近からの反射波も認められる。この反射波は、上記の上総～三浦層群の境界からのものであろう。

### 5.3 西野原観測施設 (図 8.3)

地表～0.12 km～0.46 km～孔底のほぼ 3 層構造と見ることができる。各層内で P 波 S 波速度は比較的安定しており、それぞれ 2.2, 3.1, 5.5 km/sec、および 0.9, 1.5, 3.4 km/sec である。孔井地質は 0.5 km までが第四系、以深が先第三系基盤 (四万十累層) である。深さ 0.45 km 付近の明瞭な速度境界が先第三系基盤上面に相当する。

図 7.3(2) に、後続の波に埋もれてはいるが、約 0.5 km 付近の基盤境界から右上方に伝搬する S 波反射波を明瞭に見ることができる。これは、基盤面での反射波のエネルギーが大きいことを示している。このため、深さ 0.5 km 以深の基盤内では振幅が小さくなり、S/N 比が低下している。S/N は低下しているが、基盤内でも孔底まで S 波を十分追跡することができ、読み取り精度は確保されている。

### 5.4 所沢観測施設 (図 8.4)

深さ 0.4 km 以浅の部分で、P 波速度のばらつきが大きくなっているのが特徴的である。これは、やや大きく励起されたチューブ波やケーシングパイプ周辺のセメント層を伝搬するより高速な P 波によって、真の P 波初動がマスクされているためであろう (図 7.4(1))。S 波記録においては、1.6 km より深いところでチューブ波の影響により S/N 比がやや低下しており、速度のばらつきが大きくなっている。これら部分を除けば、P 波 S 波速度とも深さとともに次第に増加しており、明瞭な速度境界は見られない。孔底付近での速度は、P 波約 3.0 km/sec、および S 波約 1.4 km/sec である。孔井地質は、地表付近を除いて、約 1.0 km まで第四系上総層群、以深が中新統 (揚井層相当) となっており、先第三系基盤には達していない。

### 5.5 日高 (図 8.5)

特にP波で顕著であるが、1.0 km 付近に速度の低下が見られる。S波にも、P波ほど顕著ではないが同じ傾向が見られる。このため構造が複雑との印象を与えるが、この部分を除けば深さとともに増加する構造と見ることができる。明瞭な速度境界は見られないが、深さ0.3～0.4 kmまでは速度の増加が大きく、以深では緩やかに増加している。孔井地質は、深さ約0.1 kmまでが沖積層、0.1～0.5 kmが第四系上総層群、以深が新第三系と対比されている。深さ0.3～0.4 kmまでの速度勾配の変化点が、ほぼ上総層群と新第三系との境界に対応しているものと思われる。孔底付近のP波S波速度は、それぞれ2.8 km/sec および1.4 km/secである。先第三系基盤には達していない。

### 5.6 千葉観測施設 (図 8.6)

深さ約0.15 kmまで第四系下総層群、以下孔底まで第四系上総層群と比較的様な地質構造で、先第三系基盤には達していない。極浅部を除き、P波・S波速度とも明瞭な速度境界は見られない。下総層群中でP波速度約1.4 km/sec、S波速度約0.4 km/sec、以深の上総層群でP波約1.8～2.3 km/sec、S波約0.5～1.1 km/secと次第に増加する構造となっている。密度は全層2.1～2.2と安定している。

### 5.7 養老観測施設 (図 8.7)

P波S波とも速度値のばらつきも少なく、ほぼ直線的に増加するような比較的安定した速度構造となっている。明瞭な速度境界は認められない。P波速度は、地表から1.9, 2.1, 2.3, 2.4, 2.6 km/sec、S波速度は0.6, 0.9, 1.0, 1.2, 1.3 km/secである。孔井地質は、深さ約1.6 kmまでが第四系上総層群、以深が中新統三浦層群と対比されている。先第三系基盤には到達していない。

### 5.8 富津観測施設 (図 8.8)

最上部約0.1 kmに第四系下総層群に相当するやや速度の遅い部分が見られることを除けば、養老観測施設とよく似た構造を示している。深さ約1.4 km以深でS波速度のばらつきが少し大きくなっているが、ほぼ直線的に増加していると見ることができ、明瞭な速度境界は認められない。孔底付近の速度は、P波2.7 km/sec、S波1.3 km/secである。下総層群以下の地質は、約0.8 kmまで第四系上総層群以深が中新統三浦層群となっており、先第三系基盤には達していない。

### 5.9 成田観測施設 (図 8.9)

極浅い部分に見られるばらつきは、所沢観測施設と同様にチューブ波他の影響によるものである。深さ約0.85 kmに明瞭な速度境界が認められ、単純な2層構造と見ることができる。孔井地質は約0.2 kmまで第四系下総層群、0.2～0.9 kmが第四系上総層群、以下が先第三系基盤（三波川帯）となっている。0.85 km付近の速度境界は、この先第三系基盤上面に相当する。P波S波速度は基盤より上で、それぞれ1.7～1.9 km/sec、0.4～0.7 km/sec、基盤内では、5.2 および2.9 km/secである。

図 7.9(1)に見られるように、深さ0.9 km 付近から右上方に反射されたP波の相が明瞭に見られ、先第三系基盤

が反射境界となっていることが明らかである。基盤内ではP波S波とも振幅がやや小さくなっており、読み取り精度の劣化による速度のばらつきが大きい。

### 5.10 江戸崎観測施設 (図 8.10)

前記成田観測施設と地理的にも近く、速度・孔井地質ともによく似た構造を示す。孔井地質は、約0.1 kmまで第四系下総層群、0.1～0.7 kmが上総層群、以深が先第三系基盤である。P波S波速度には、ともに深さ約0.7 kmに明瞭な境界が認められ、先第三系基盤上面と一致している。P波速度は基盤より上で1.7～1.9 km/sec、基盤内で4.4 km/sec、S波速度はそれぞれ0.3～0.7 km/sec、および2.3 km/secである。

成田観測施設と同様に、基盤面からの反射波が明瞭に見られる (図 7.10(1), (2))。成田においてはほとんど認識できなかったS波反射波 (図 7.9(2)) も、明瞭に見ることができる (図 7.10(2))。基盤内においては、S/Nの低下によりS波の読み取り精度が若干劣化している。

### 5.11 真岡観測施設 (図 8.11)

孔井地質は、地表から約0.05 kmまで沖積層、約0.1 kmまで第四系下総層群、約0.5 kmまで第四系上総層群、以深は中新統(荒川層群)で先第三系基盤には達していない。やや複雑な地質の印象であるが、速度はP波S波とも比較的単純で、深さとともにほぼ直線的に増加する構造と見ることができる。明瞭な速度境界は見られない。P波速度は地表から、1.7, 2.1, 2.3, 2.9, 3.3 km/sec、S波速度は、0.5, 0.9, 1.2, 1.6, 1.8 km/secである。

### 5.12 伊勢崎観測施設 (図 8.12)

孔井地質は、深さ約0.5 kmまで沖積層、以深が中新統で先第三系基盤には達していない。この地質からは、0.5 kmに速度境界が期待されるが明瞭では無い。速度構造は特にS波において複雑で、浅部から大きくなったり小さくなったりと蛇行しているように見える。1.2 km以深では、チューブ波の影響が大きく初動読み取りにあまり精度は望めないが、図 7.12(2)の記録を見ても、浅部でのS波初動部の蛇行は明瞭である。P波速度についても同様な傾向が見られるが、それほど顕著ではない。むしろ深さ0.2～0.4 kmにやや高速な層が有り、それを除けば深さとともに増加する構造であると見ることができる。約0.5 kmまでは沖積層で、礫層などが広範囲に分布し高速層を形成している可能性がある。孔底付近の速度は、P波で2.9 km/sec、S波で1.1 km/secである。

図 7.12(1)のP波記録をみると、1.2 km以浅で種々の深さからの反射波が多数認められる。特に、約0.4, 0.6, および1.1 km 付近からの反射波が目立っている。これらは、同図右に示した速度構造と比較してみると、局所的な高速層の底面に相当しているように見える。

## 6. 物理検層データデータベース

関東地域においては、2～3,000 m クラスの数多くのボーリングが行われ孔井地質や物理検層などのデータの蓄積が行われている (鈴木他, 1981; 鈴木; 1996, 鈴木・小村, 1999)。これらデジタルデータを統一的に維持・管理、



検索・表示・提供することを目的として、Web ブラウザをフロントエンドとして操作するデータベースを構築した。物理検層データのほか、本報告で利用した VSP 調査によって取得された波形データを加えることを計画している。波形データに関する機能については現段階ではデータベースとしては不十分で、ファイル単位でのアップロードおよびダウンロードができるだけである。

図 9.1～図 9.5 にユーザ用ページのスナップショットを示す。図 9.1 がトップページで、グラフ・データ・SEGY のタグが、それぞれ検層データの検索およびグラフ表示(図 9.2, 図 9.5)、デジタルデータのダウンロード(図 9.3)、および VSP 波形データファイルのダウンロード(図 9.4)のページへのリンクとなっている。リンク先のページにおいて観測点名・検層項目・データ範囲など必要な情報を入力すれば所要のデータのグラフ表示(図 9.5)やダウンロードを行うことができる。未だ機能が少ないので、操作方法は図を参照すれば十分であろう。SEGY ページにおいては、VSP 調査によって得られた波形データ(例えば図 6)のファイルをダウンロードすることができる。ファイルは反射法地震探査で標準的に使用されている SEGY 形式(Barry *et al.*, 1975)、または SEGY 形式に準拠した SU 形式(Cohen and Stockwell, 1997)を想定している。

図 9.6 および図 9.7 にデータベース維持・管理用のトップページを示す。これらのページは、セキュリティを考慮し URL を各々別にし、かつユーザ名およびパスワードの入力を要求するなど、一般ユーザはアクセスできないように設定してある。図 9.6 のページにおいては、観測井の新規登録、検層データ項目の追加登録、登録データ一覧表示・削除、および登録データの追加・削除など管理操作の履歴表示を行うことができる。図 9.7 の管理ページでは、全データベースのバックアップおよびリストアの機能を持つ。バックアップは、前回からの差分を記録する。従って、量的にも少なくとも、ある時点の状態までさかのぼってリストアすることも容易に可能である。

## 7. おわりに

中深層観測施設の観測装置は、初期のものは約 10 年経過し老朽化が目立ち始めてきた。加えて、1995 年度からは新しい観測システムを採用した高感度地震観測網(Hi-net)の全国展開が進み、陳腐化が著しくなってきた。このため中深層観測施設の観測装置の更新(Hi-net 化)が計画され、2002 年度実施された。観測井を利用した VSP 法による P/S 波速度構造調査は、この更新工事を機会に行ったものである。

Hi-net は観測井を基本とする。観測井掘削時には標準的に P/S 検層をはじめとした各種物理検層が実施されることになっている。この Hi-net の全国展開にともない、各種物理検層などにより地下構造に関するデータが集積されてきている。これらの膨大なデータを維持管理し有効に利用するためには、データフォーマットを統一しデータベースを構築するのが最良の方法であろう。本報告の

データベースはこのことを念頭において作成したものである。現状は最低限の機能しか持っておらず不十分なものであり、種々の機能を加え、充実させていくのは今後の課題である。

本報告で構築したデータベースは現在所内限定の Hi-net 内部 Web のページにリンクを張っており、第 6 節で論じたデータベースの機能を試すことができるようになっている。

## 謝辞

VSP 法調査の実施に際しては、観測施設周辺住民の方々にはご理解、ご支援のもと、パイプレータの騒音、震動などをご容赦いただき厚くお礼申し上げます。

また、調査にはかなり広い面積が必要であり、観測施設および周辺の土地を管理する県、市、町、村の関係諸機関にご協力いただいた。記して感謝いたします。

## 参考文献

- 1) Barry, K. M., D. A. Cavers, and C. W. Kneale (1975): Recommended standards for digital tape formats. *Geophysics*, **40**, 344-352.
- 2) Cohen, J. K., and J. W. Stockwell Jr. (1997): CWP/SU, Seismic Unix Release 30, a free package for seismic research and processing. Center for Wave Phenomena, Colorado School of Mines.
- 3) 井川猛・太田陽一・大西正純・鳥羽武文 (1986): 反射法地震記録による層位解析の一手法. 石油技術協会誌, **51**, 24-35.
- 4) Kennet, P., R. L. Iresson, and P. J. Conn (1980): Vertical seismic profiling: their applications in exploration geophysics. *Geophys. Prosp.*, **28**, 676-699.
- 5) 木村尚紀・関東東海地殻活動観測研究グループ (2001): 関東・東海地域における最近 20 年間の地震活動－特別研究「関東・東海地域における地殻活動に関する研究」観測成果のまとめ(その 2). 防災科学技術研究所研究資料, No. **209**, 130 pp.
- 6) 松村正三・関東東海地殻活動観測研究グループ (2002): 関東・東海地域における最近 20 年間の地震観測結果(発震機構解)－特別研究「関東・東海地域における地殻活動に関する研究」観測成果のまとめ(その 4). 防災科学技術研究所研究資料, No. **224**, 84 pp.
- 7) 野口伸一・増子徳道・関東東海地殻活動観測研究グループ (2003): 関東・東海地域地震観測網による震源の時空間分布と規模分布について－特別研究「関東・東海地域における地殻活動に関する研究」観測成果のまとめ(その 5). 防災科学技術研究所研究資料, No. **239**, 71 pp.
- 8) 太田裕・後藤典俊・塩野計司・高橋博・山水史生・栗原重利 (1977): やや深い構造の S 波速度－岩槻 3,500 m 地震観測井での測定とその意義－. 地震, **2**, **31**, 415-433.

- 9) 太田裕・後藤典俊・塩野計司・高橋博・山水史生・栗原重利 (1978) : やや深い構造の S 波速度 (2) - 下総 2,300 m 地震観測井における測定 - . 地震 2, **31**, 299-308.
- 10) 岡田義光・松村正三・野口伸一 (2000) : 関東・東海地域地殻活動観測網の稼動状況 - 特別研究「関東・東海地域における地殻活動に関する研究」観測成果のまとめ (その 1). 防災科学技術研究所研究資料, No. **208**, 57 pp.
- 11) 関口渉次 (2001) : 関東東海地域の 3 次元速度構造 - 特別研究「関東・東海地域における地殻活動に関する研究」観測成果のまとめ (その 3). 防災科学技術研究所研究資料, No. **213**, 55 pp.
- 12) 鈴木宏芳・池田隆司・御子柴正・木下繁夫・佐藤春夫・高橋博 (1981) : 関東・東海地域における孔井検層資料集. 防災科学技術研究所研究資料, No. **65**, 162 pp.
- 13) 鈴木宏芳 (1996) : 江東深層地殻活動観測井の地質と首都圏地域の地質構造. 防災科学技術研究所研究報告, No. **56**, 77-123.
- 14) 鈴木宏芳・小村健太郎 (1999) : 関東地域孔井データ資料集. 防災科学技術研究所研究資料, No. **191**, 80 pp.
- 15) 山水史生・高橋博・後藤典俊・太田裕 (1981) : やや深い構造の S 波速度 (3) - 府中 2,750 m 観測井における測定とまとめ - . 地震 2, **34**, 465-479.
- 16) Yamamizu, F., N. Goto, Y. Ohta, and H. Takahashi (1983) : Attenuation of shear waves in deep soil deposits as revealed by down-hole measurements in the 2,300meter-borehole of the Shimohsa observatory, Japan. J. Phys. Earth, **31**, 139-157.
- 17) 山水史生 (1996) : VSP 法調査. 首都圏直下の地震の予知手法の高度化に関する総合研究成果報告書, 79-94.

(原稿受理 : 2004 年 1 月 29 日)

## 要 旨

防災科学技術研究所の関東・東海地殻活動観測網の一部として関東地域に整備された広域深部観測施設 12 か所の観測井を利用して VSP 法調査を行い、詳細な P 波 S 波速度構造が得られた。観測井の深度は、2,000 m を基本とし先第三系基盤の浅いところでは 1,200 m ないし 1,300 m のものもある。P 波震源として、パイプロサイスパイブレータを、S 波震源として特殊なパイブレータを使用した。測定間隔は 0 ～ 500 m までは 25 m 毎、以深は孔底まで 50 m 毎である。いずれの観測井においても孔底付近まで P 波 S 波とも明瞭な記録が得られている。特に、S 波パイブレータによる記録は、いずれの観測井においても孔底付近までピュアな S 波が記録されており、画期的な結果である。P 波 S 波それぞれの走時を、各深度における波形の相互相関によるタイムラグから決定し、Cubic spline 関数による内挿により 25 m 間隔に調整し、数値微分により詳細な速度構造を決定した。また、各走時曲線は数本の直線で近似できることから、おおまかに数層より成る層構造とした平均的な速度構造も示した。いずれの観測井での結果も、地質構造や各種物理検層結果と調和的であり、信頼性の高いものであるといえる。

既存の物理検層等のデジタルデータを統一的に維持・管理・検索・表示・提供することを目的として、データベースを構築した。まだ最小限の機能しか備えていないが、Web ブラウザをとおり、検層データの検索、グラフ表示、データのダウンロードを行うことができる。維持管理用の機能は、セキュリティを考慮しパスワード保護された別ページにアクセスして行うようになっている。

**キーワード：**VSP 法、速度構造、物理検層、中深層観測施設、高感度地震観測網、関東東海観測網

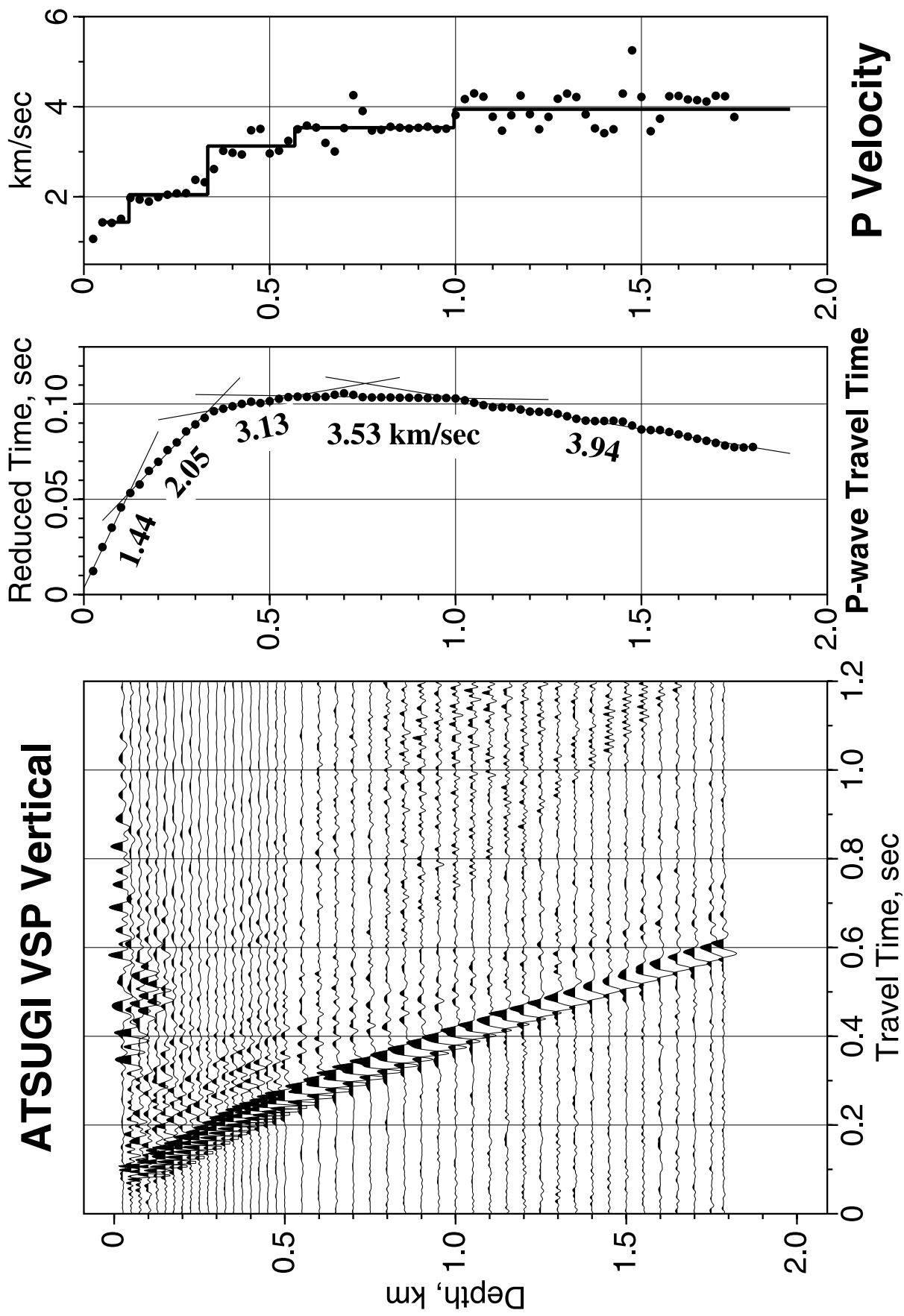


図 7.1 (1) 厚木観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.1 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Atsugi well.

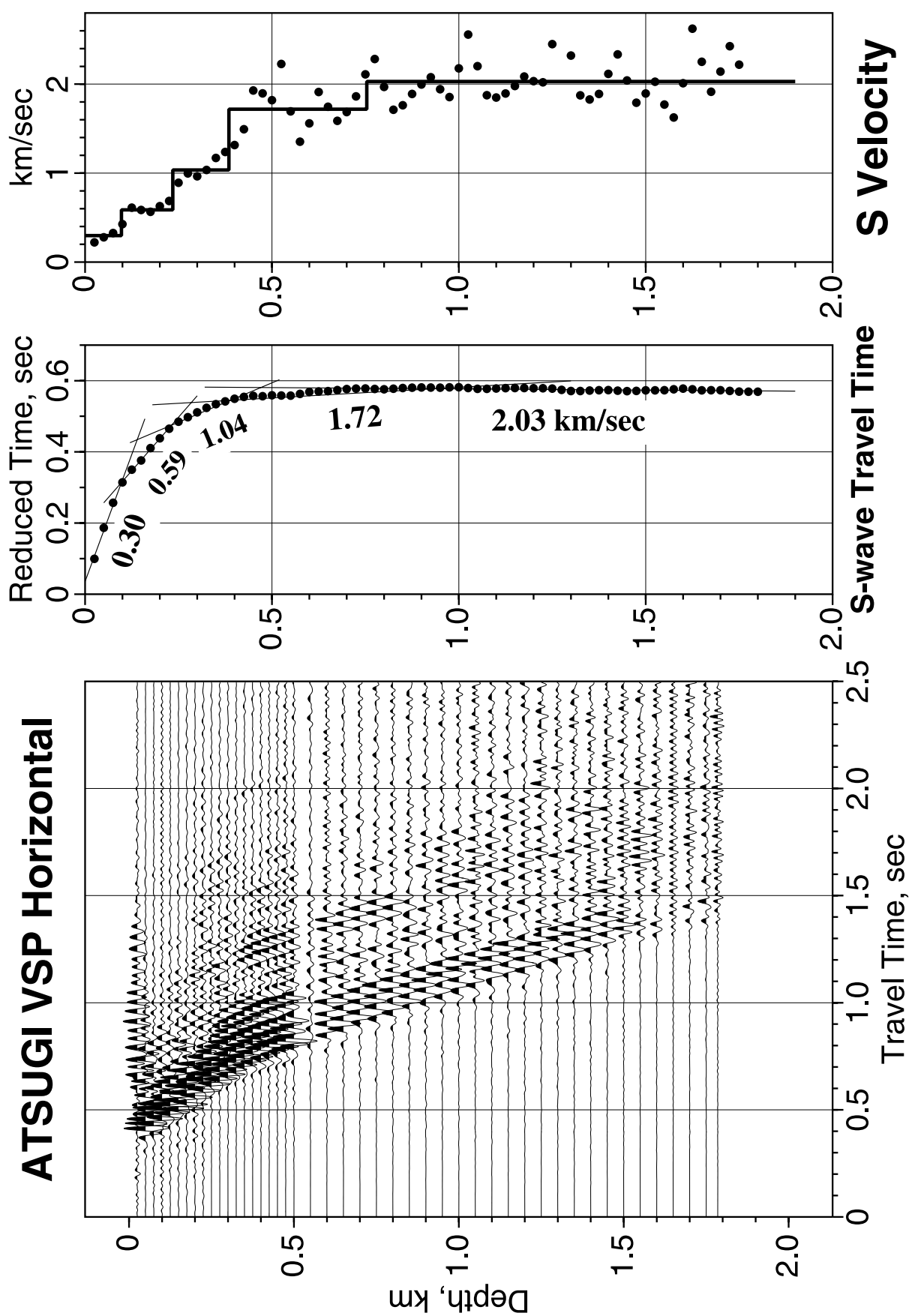


図 7.1 (2) 厚木観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)  
 Fig. 7.1 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Atsugi well.



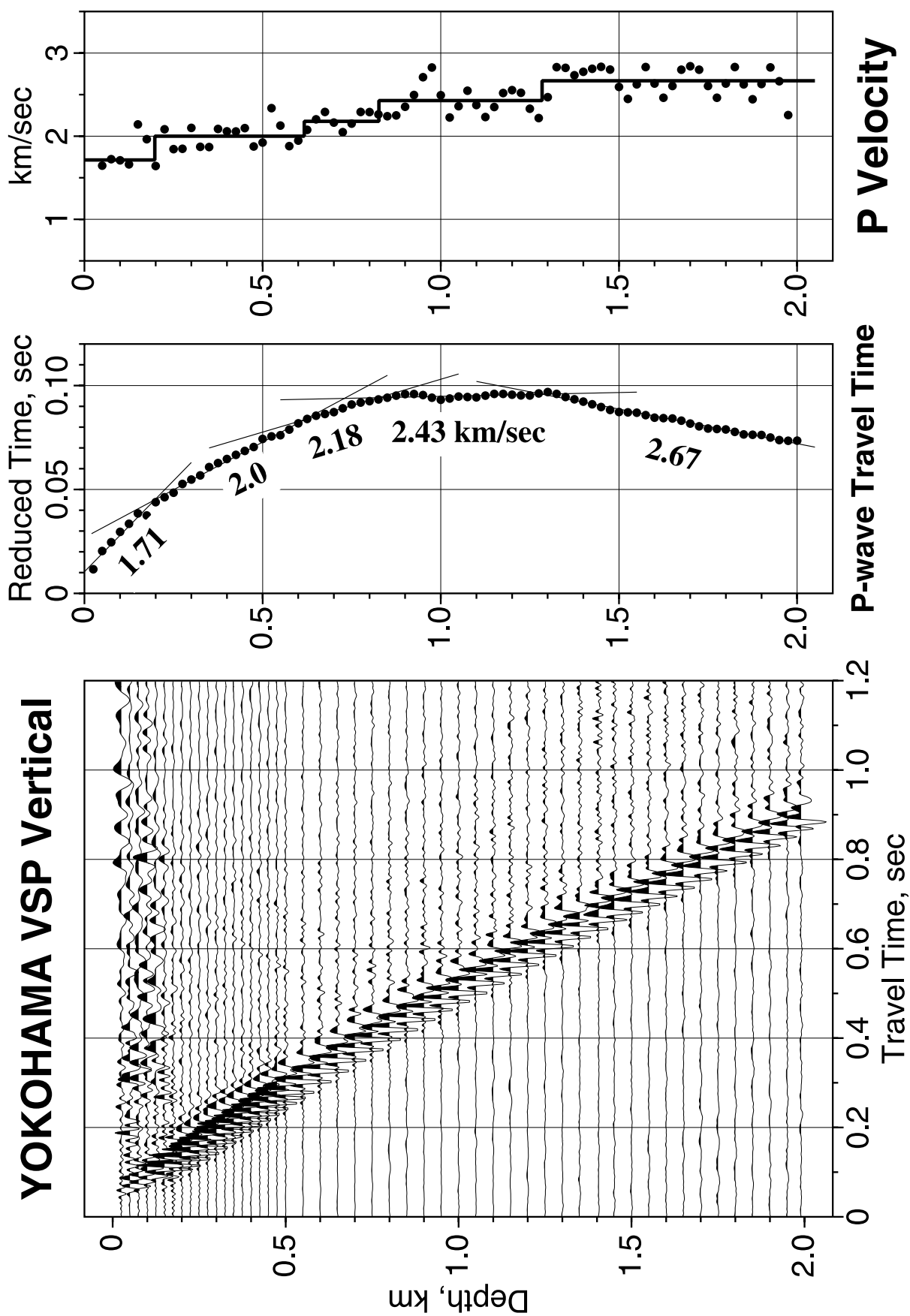


図 7.2 (1) 横浜観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.2 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Yokohama well.

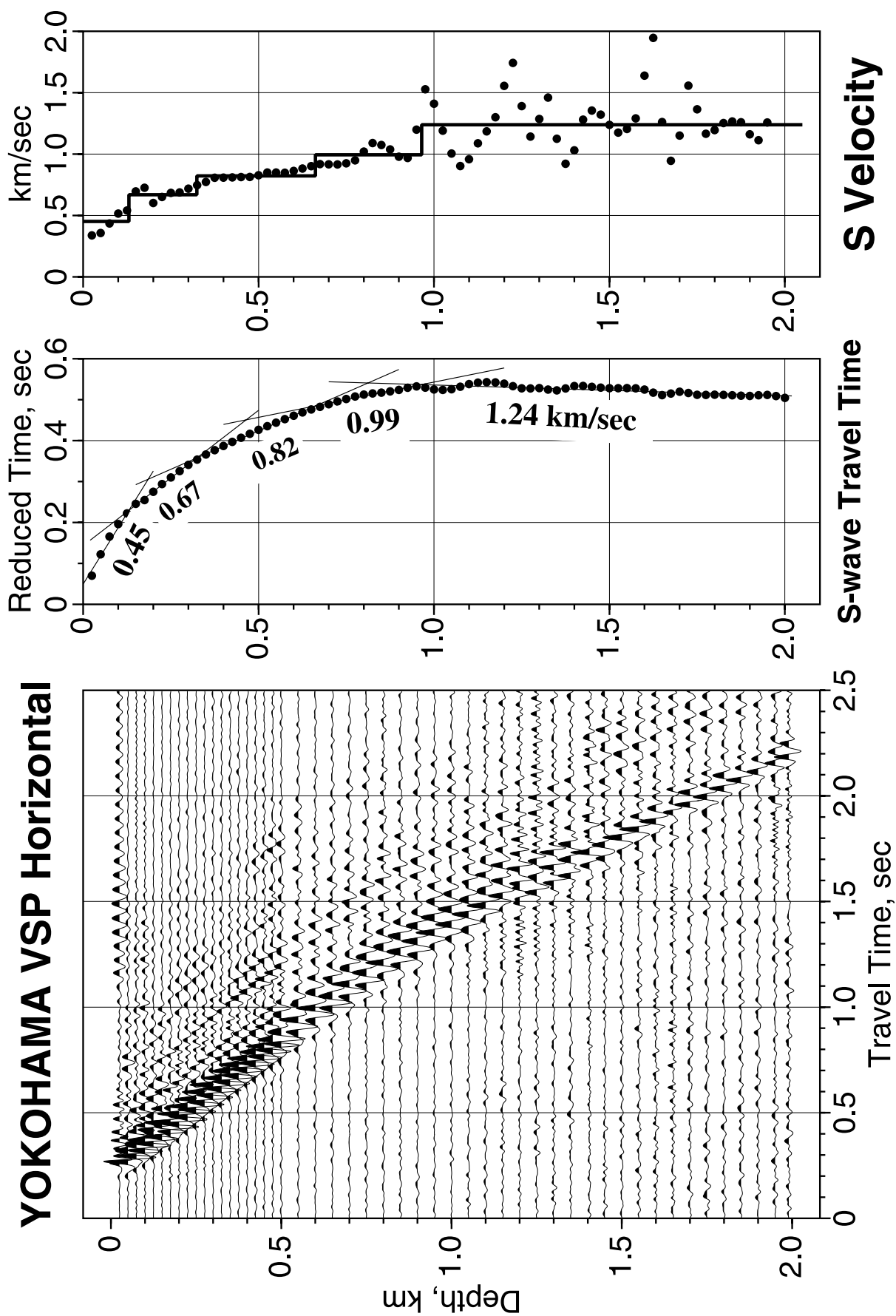


図 7.2(2) 横浜観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)

Fig. 7.2(2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Yokohama well.

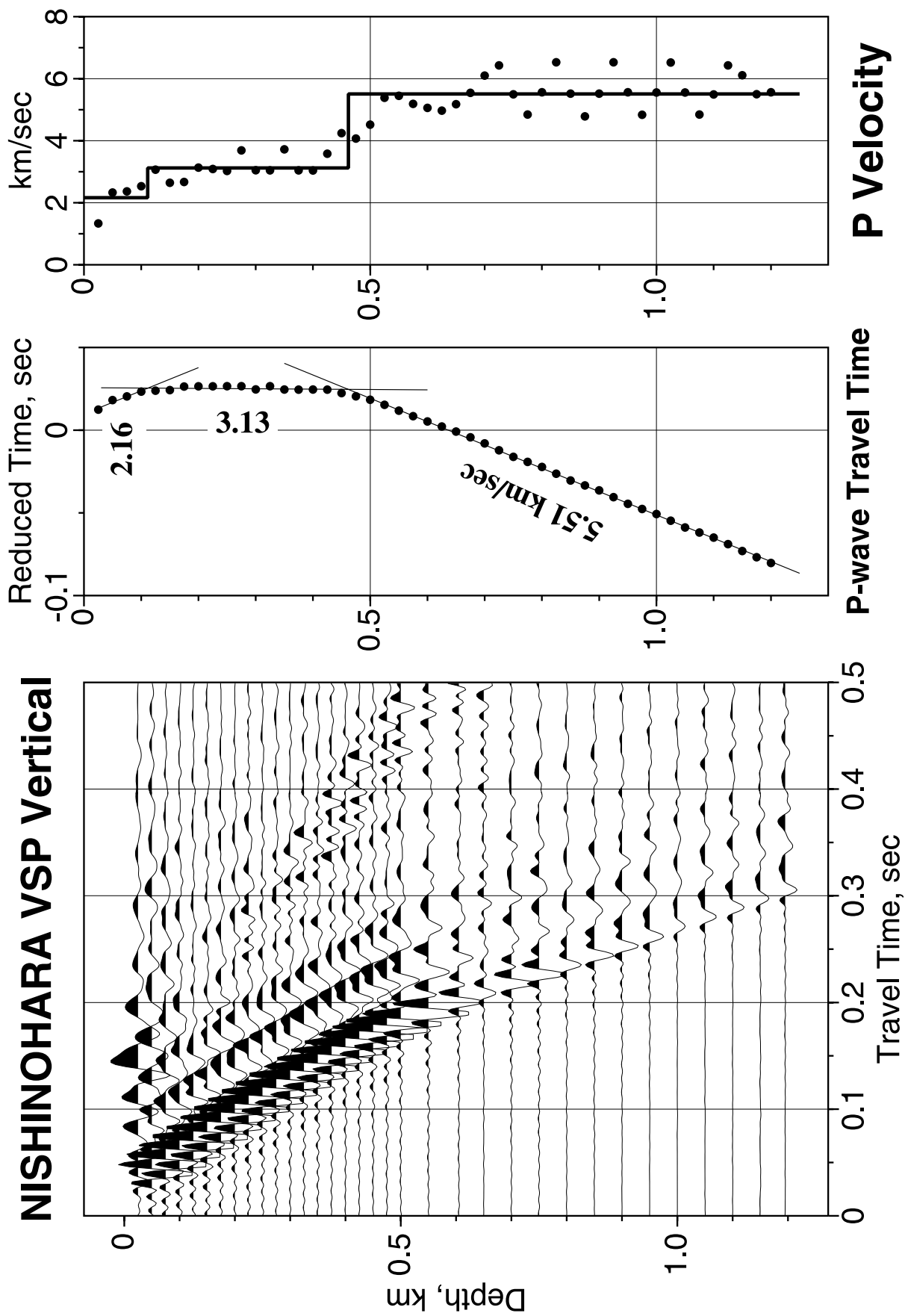


図 7.3 (1) 西野原観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.3 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Nishinohara well.

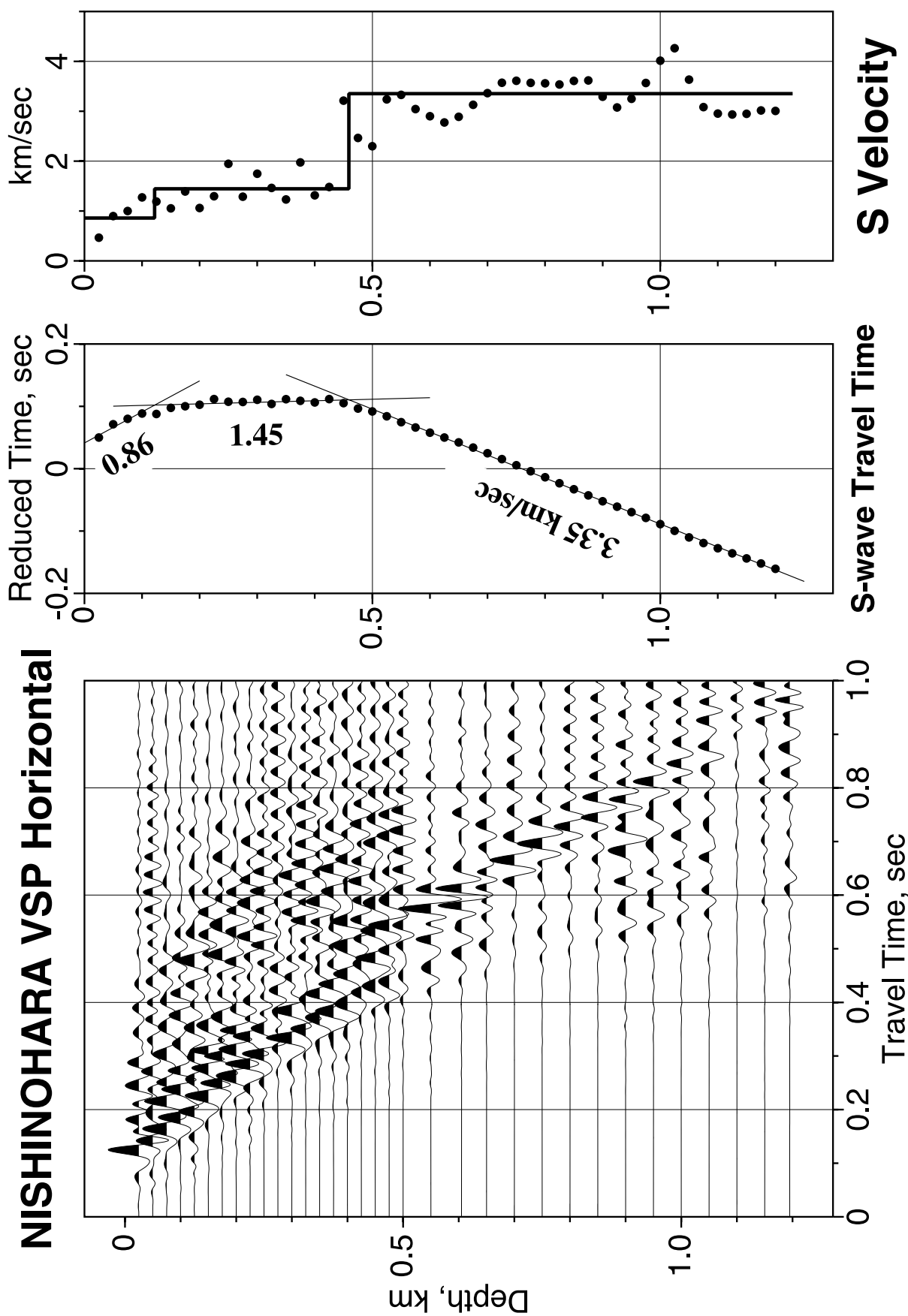


図 7.3 (2) 西野原観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)  
Fig. 7.3 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Nishinohara well.

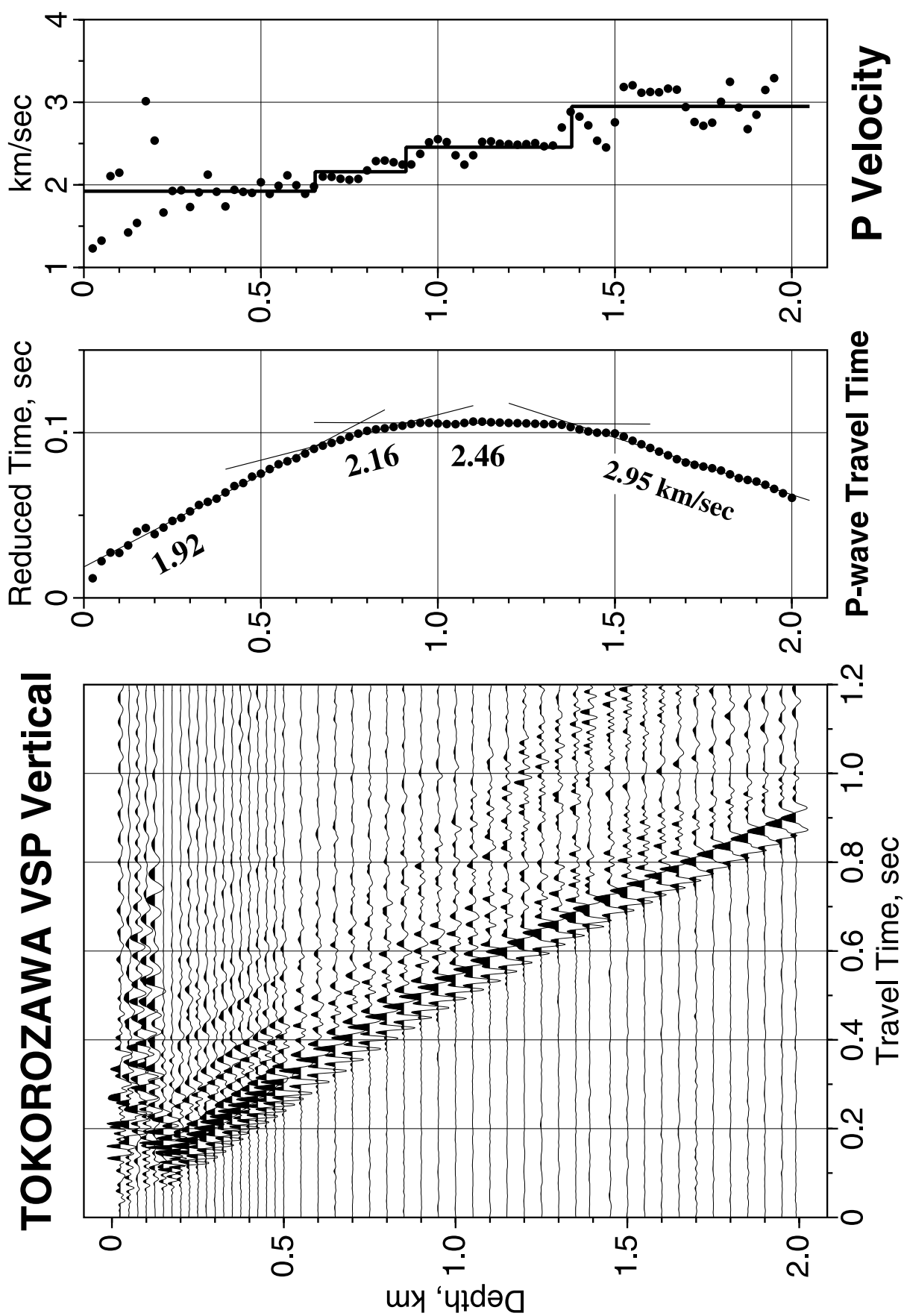


図 7.4 (1) 所沢観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.4 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Tokorozawa well.



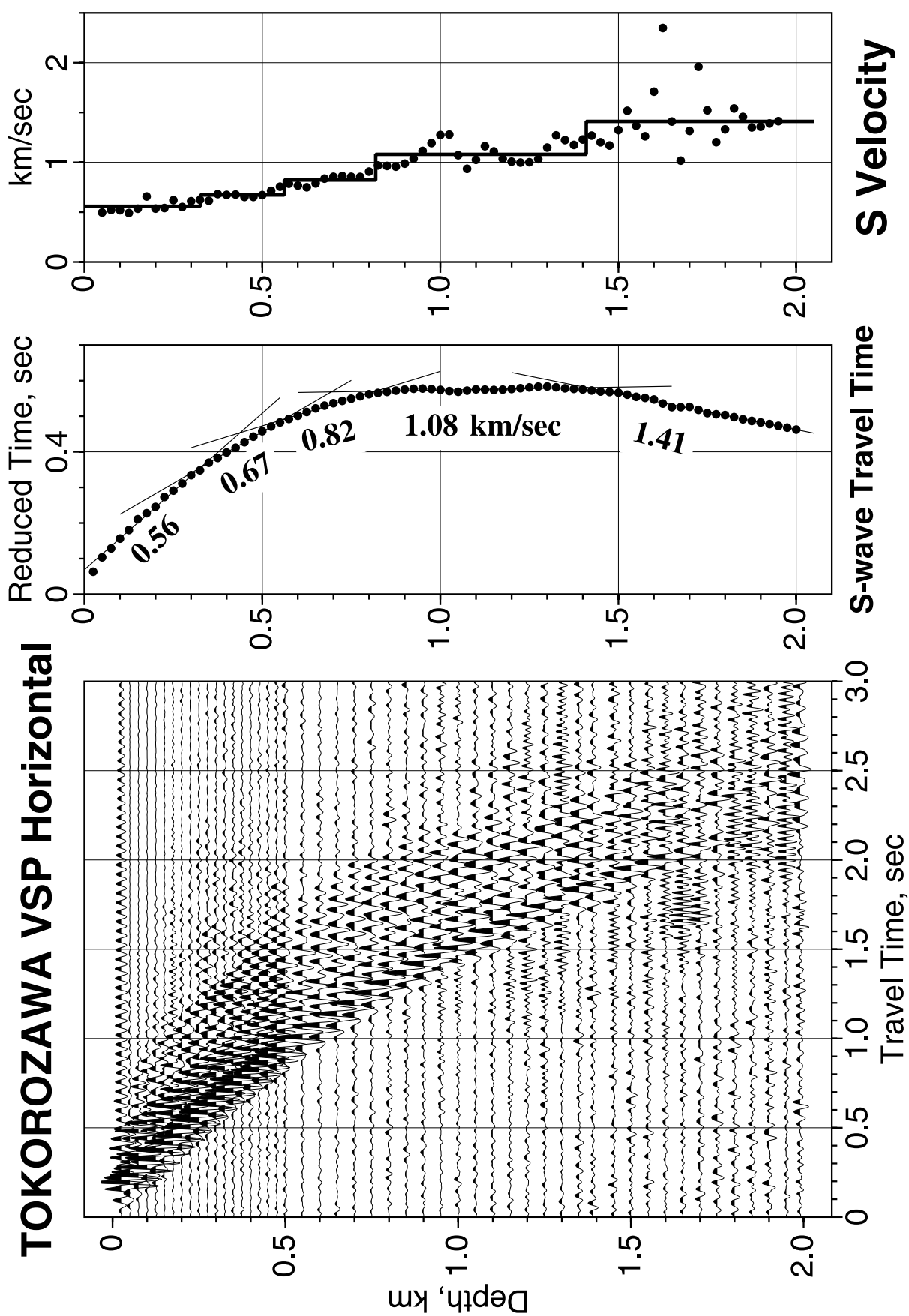


図 7.4 (2) 所沢観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)

Fig. 7.4 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Tokorozawa well.

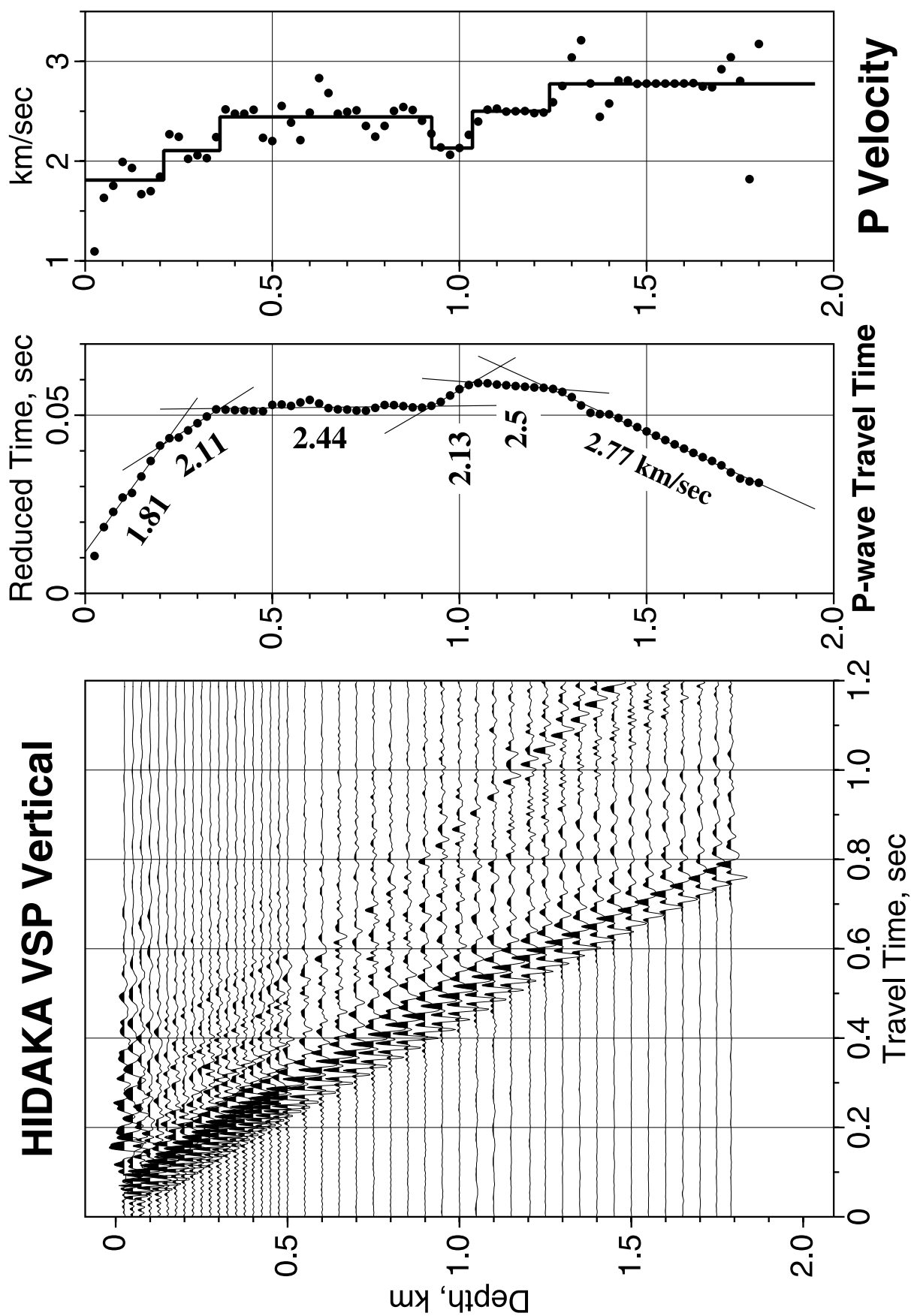


図 7.5 (1) 日高観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)  
Fig. 7.5 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Hidaka well.

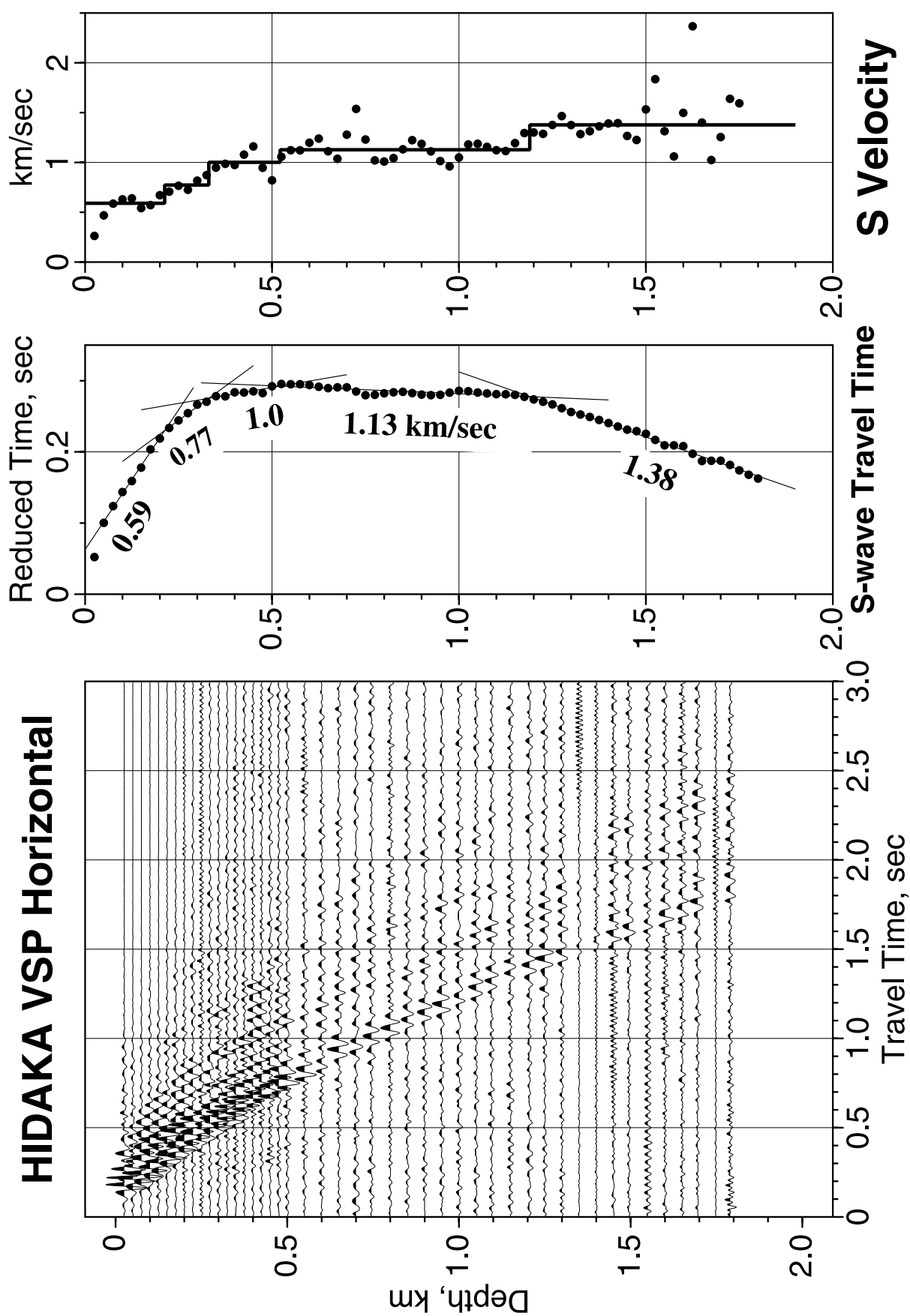


図 7.5(2) 日高観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)

Fig. 7.5(2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Hidaka well.

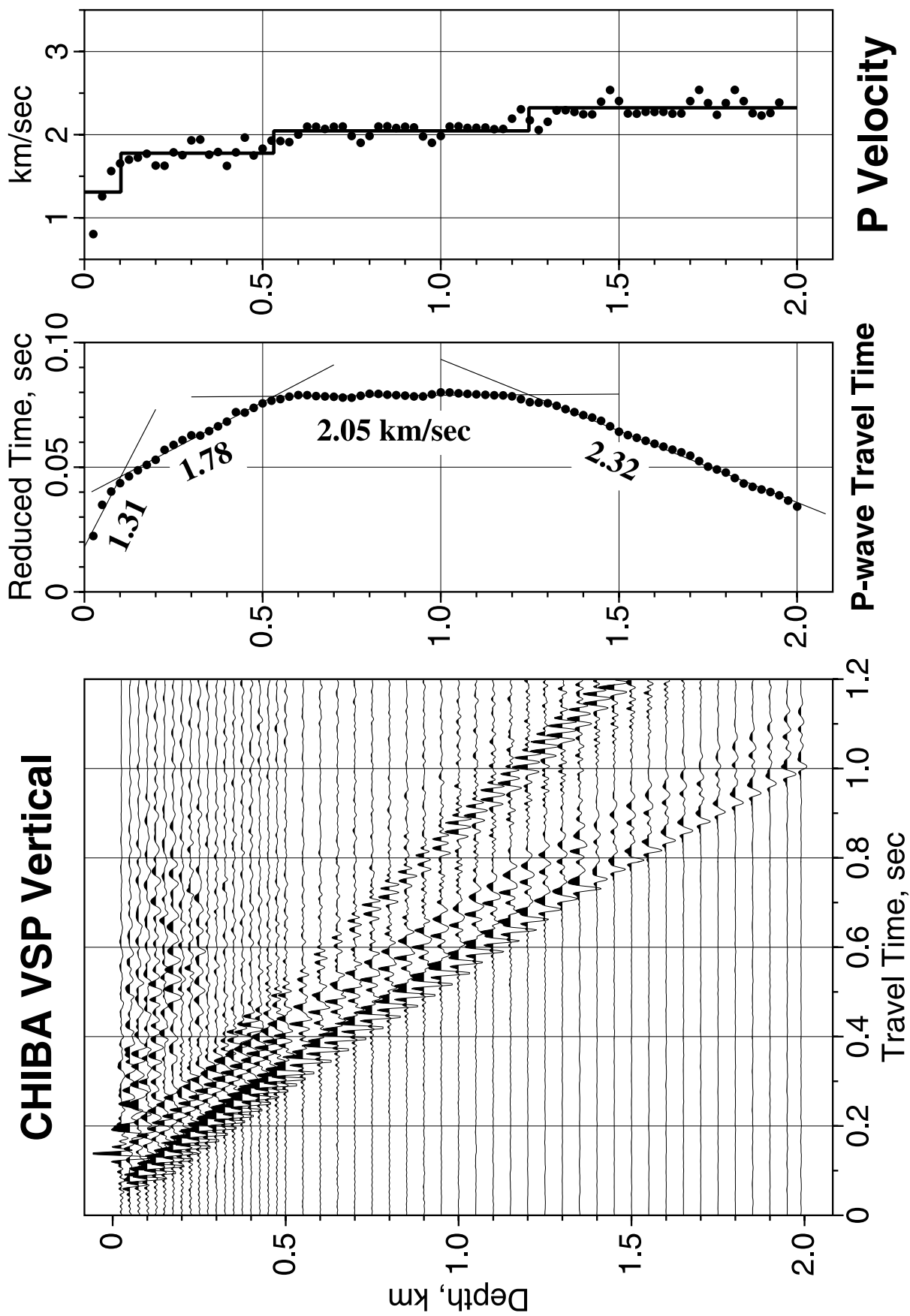


図 7.6 (1) 千葉観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.6 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Chiba well.

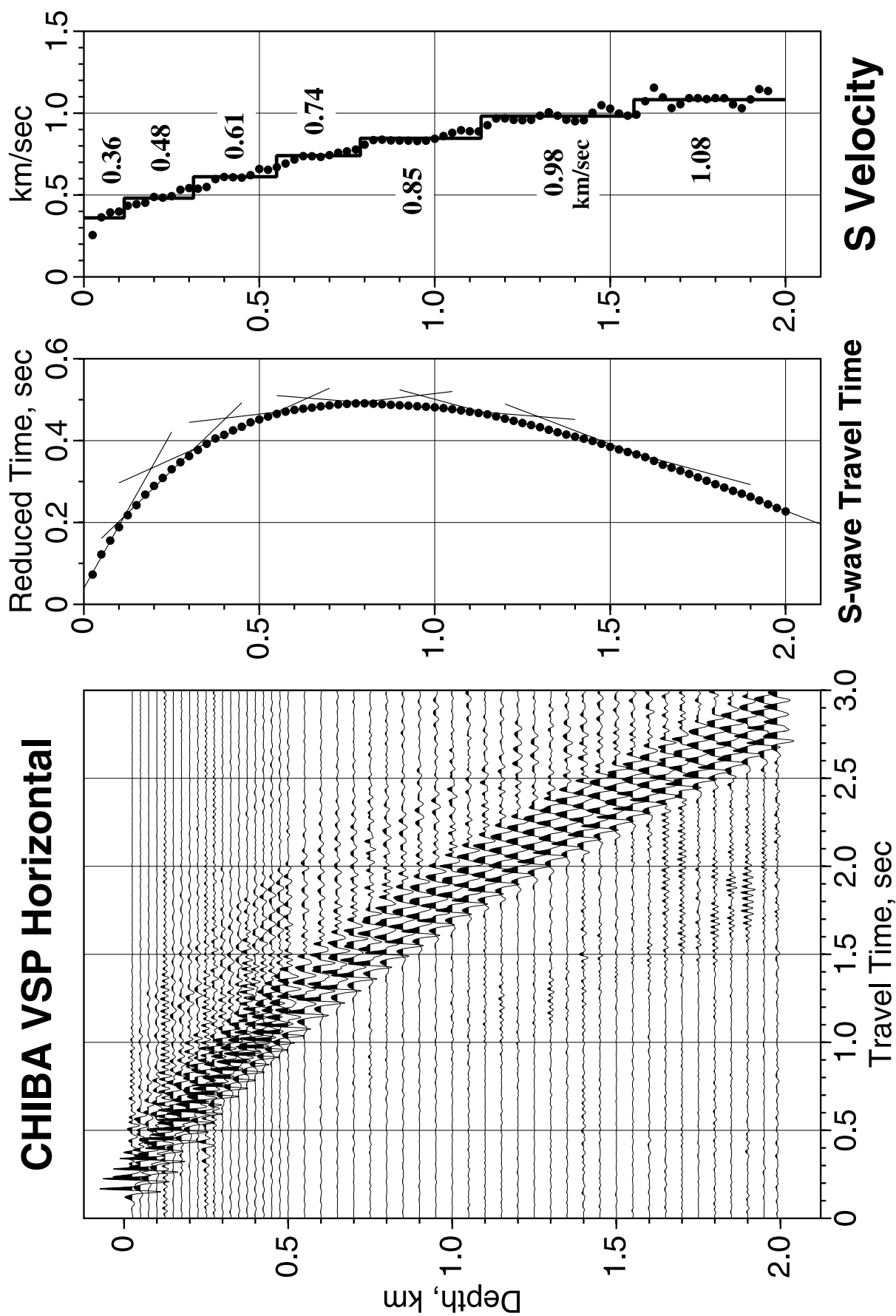


図 7.6(2) 千葉観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)  
 Fig. 7.6(2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Chiba well.



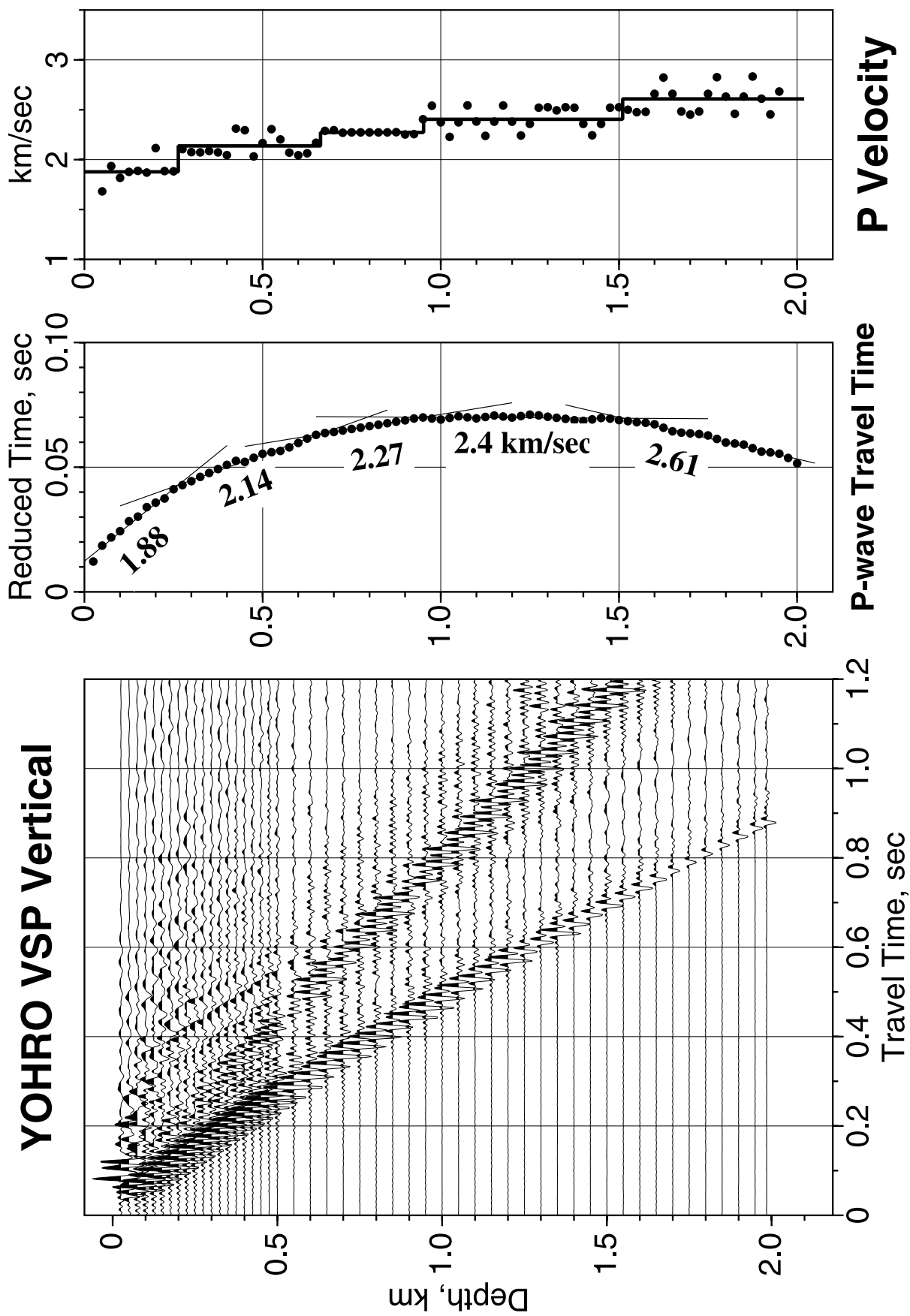


図 7.7 (1) 養老観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.7 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Yohro well.

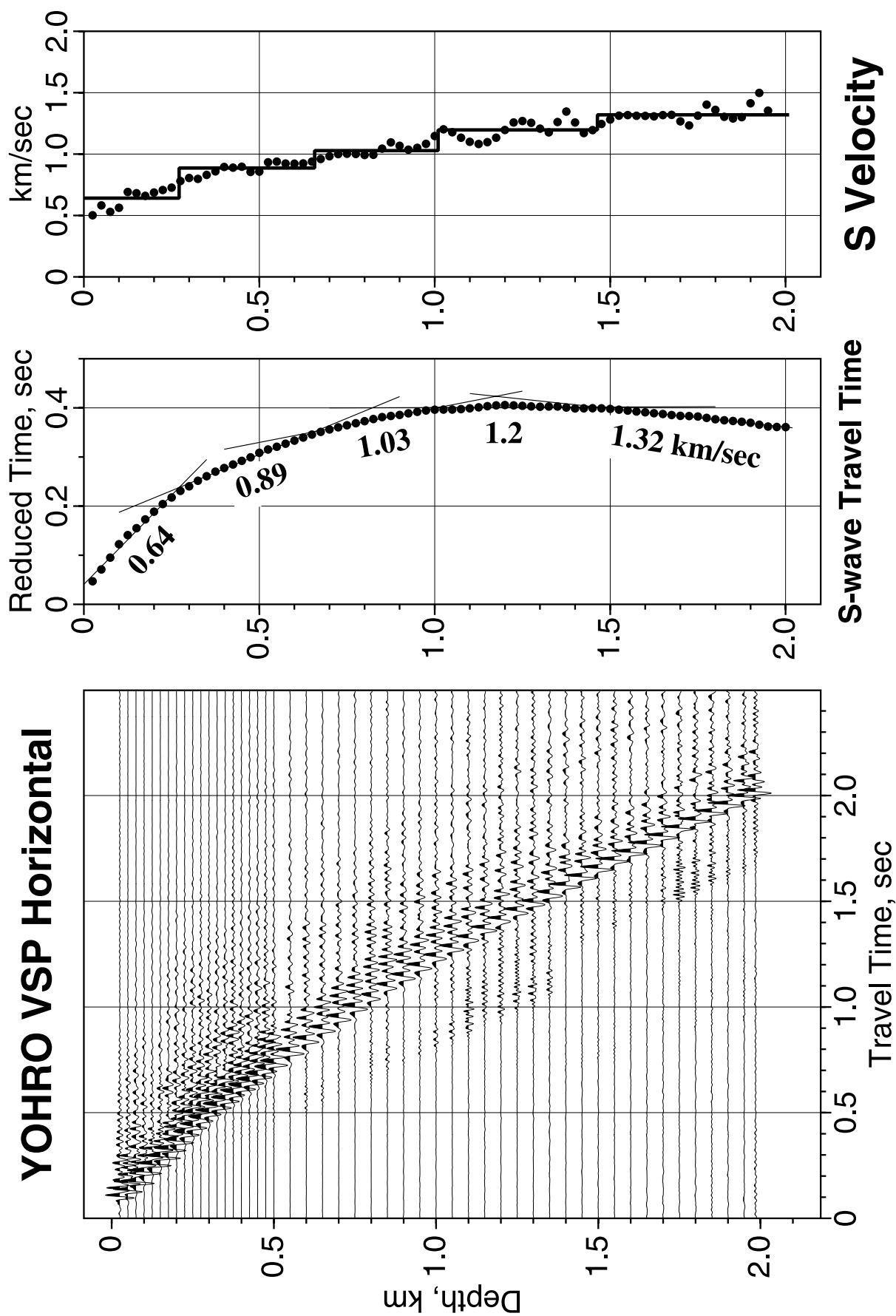


図 7.7 (2) 養老観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)  
 Fig. 7.7 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Yohro well.

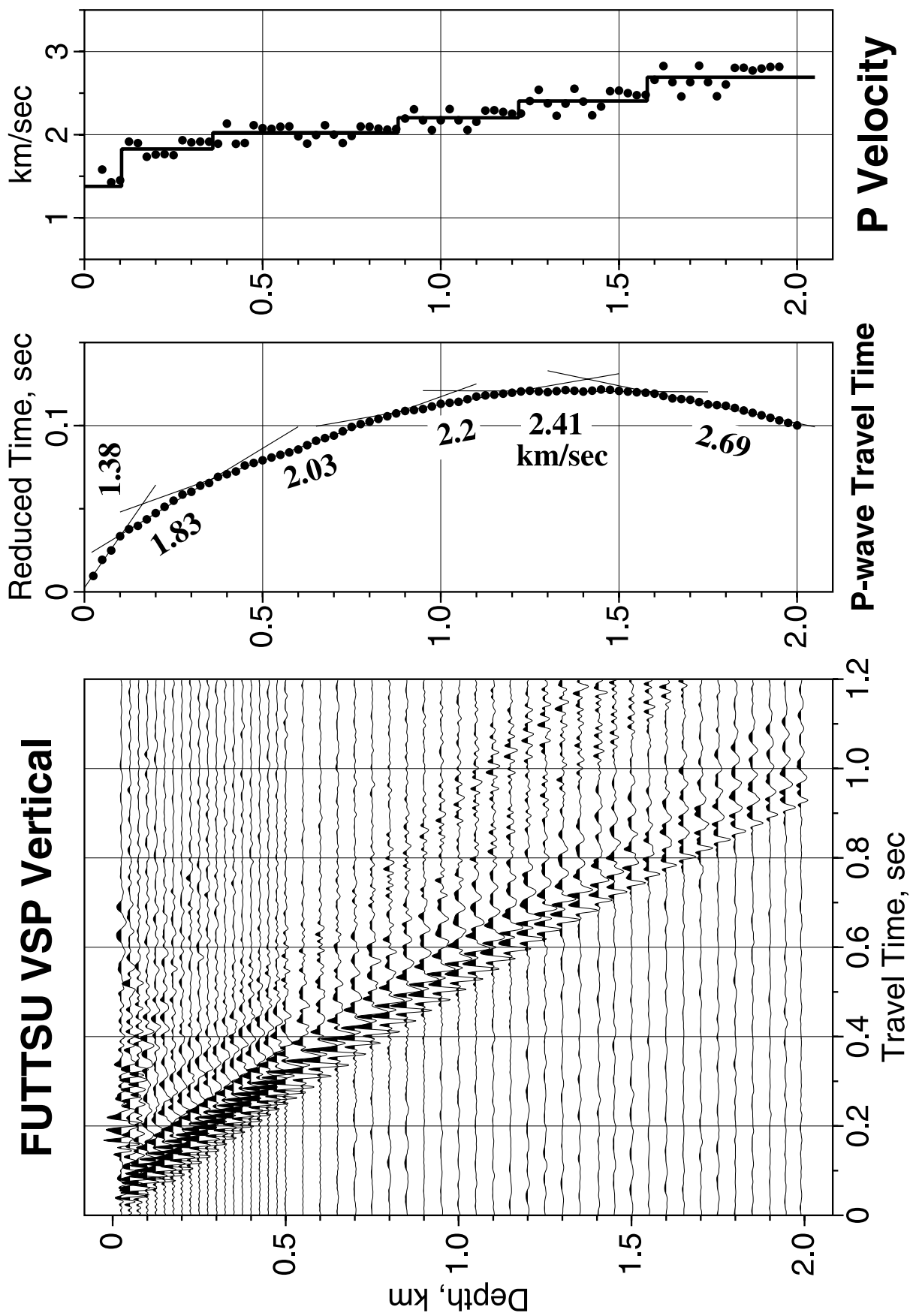


図 7.8 (I) 富津観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.8 (I) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Futtsu well.

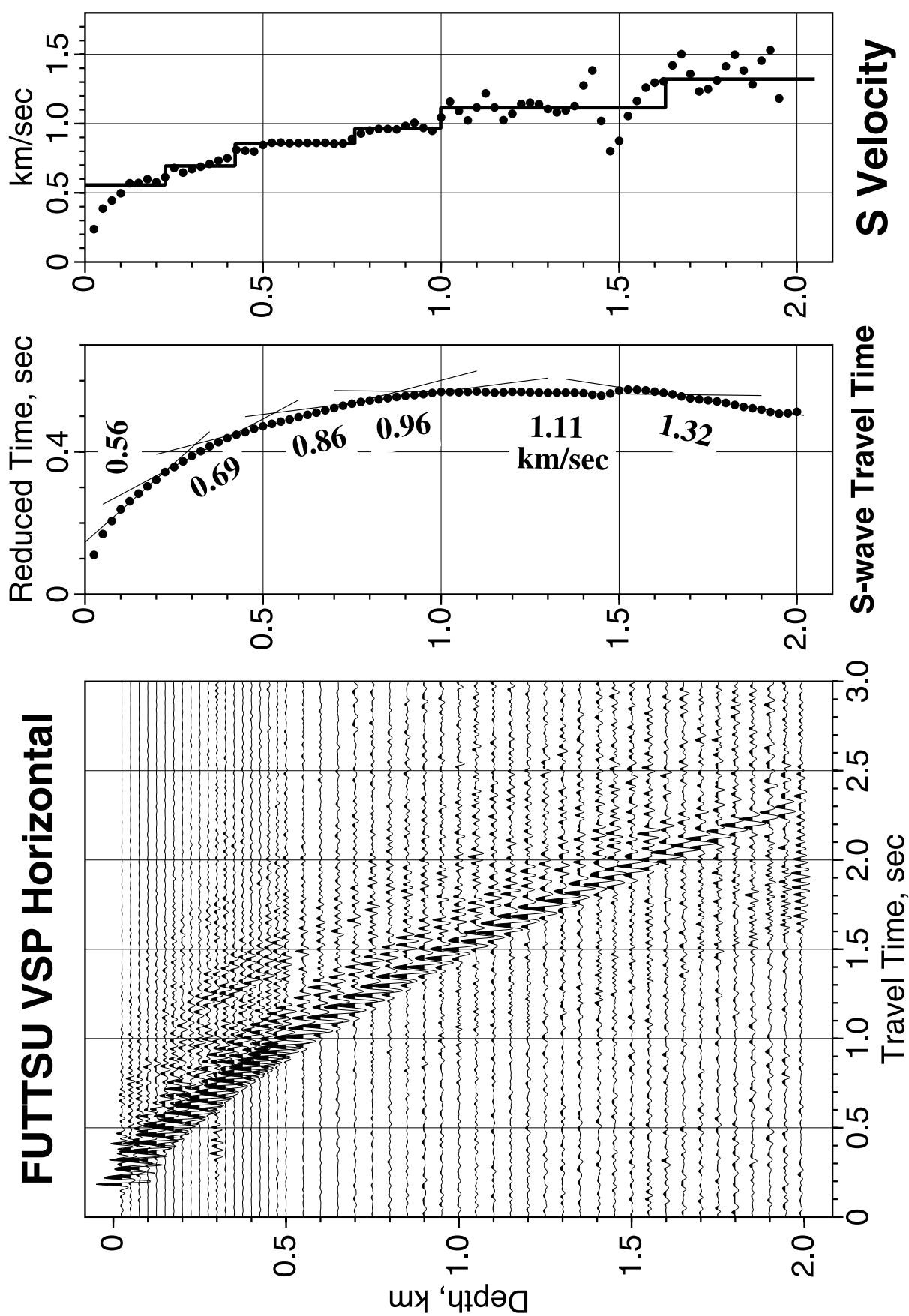


図 7.8 (2) 富津観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)  
 Fig. 7.8 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Futtsu well.

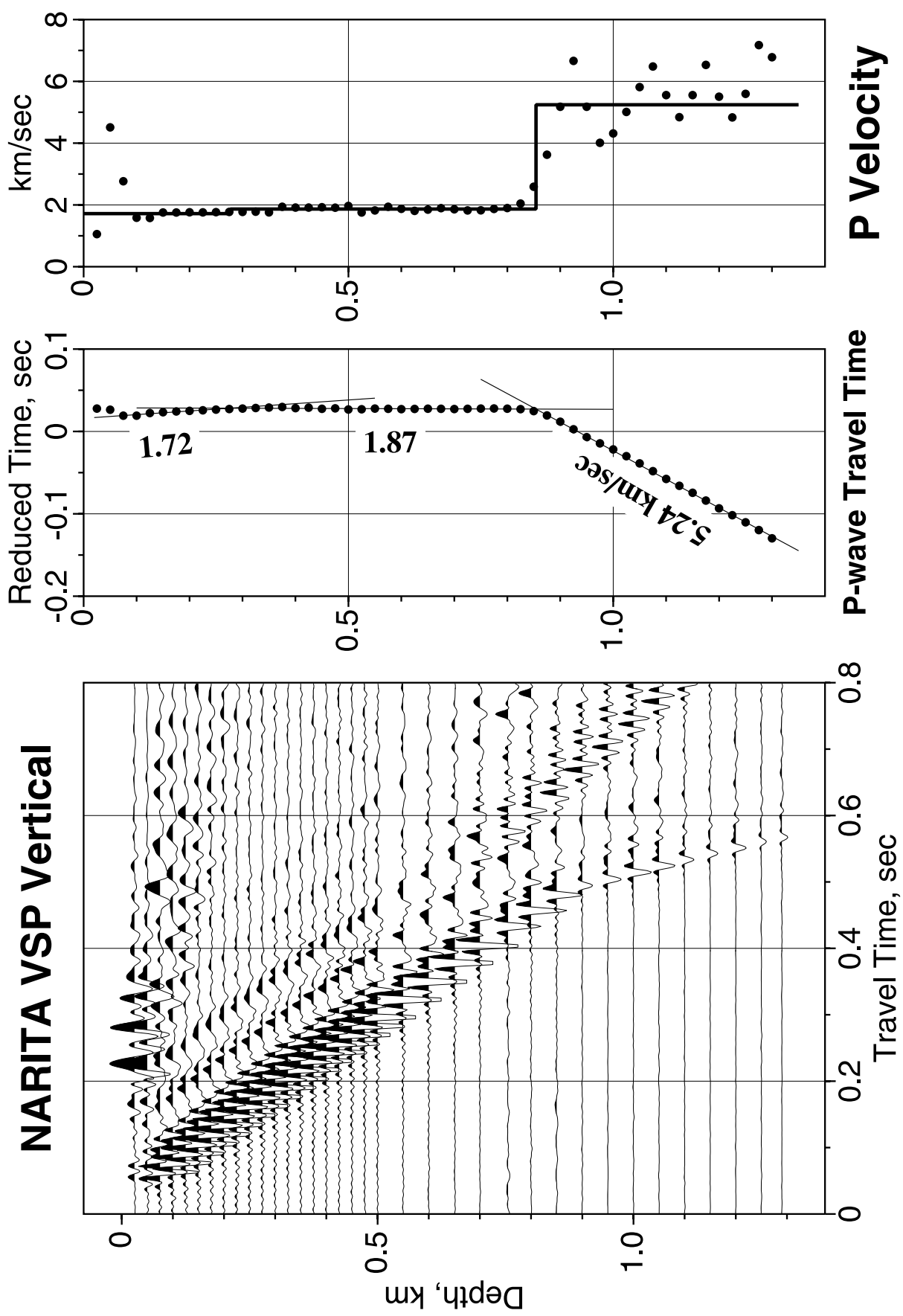


図 7.9 (1) 成田観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.9 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Narita well.



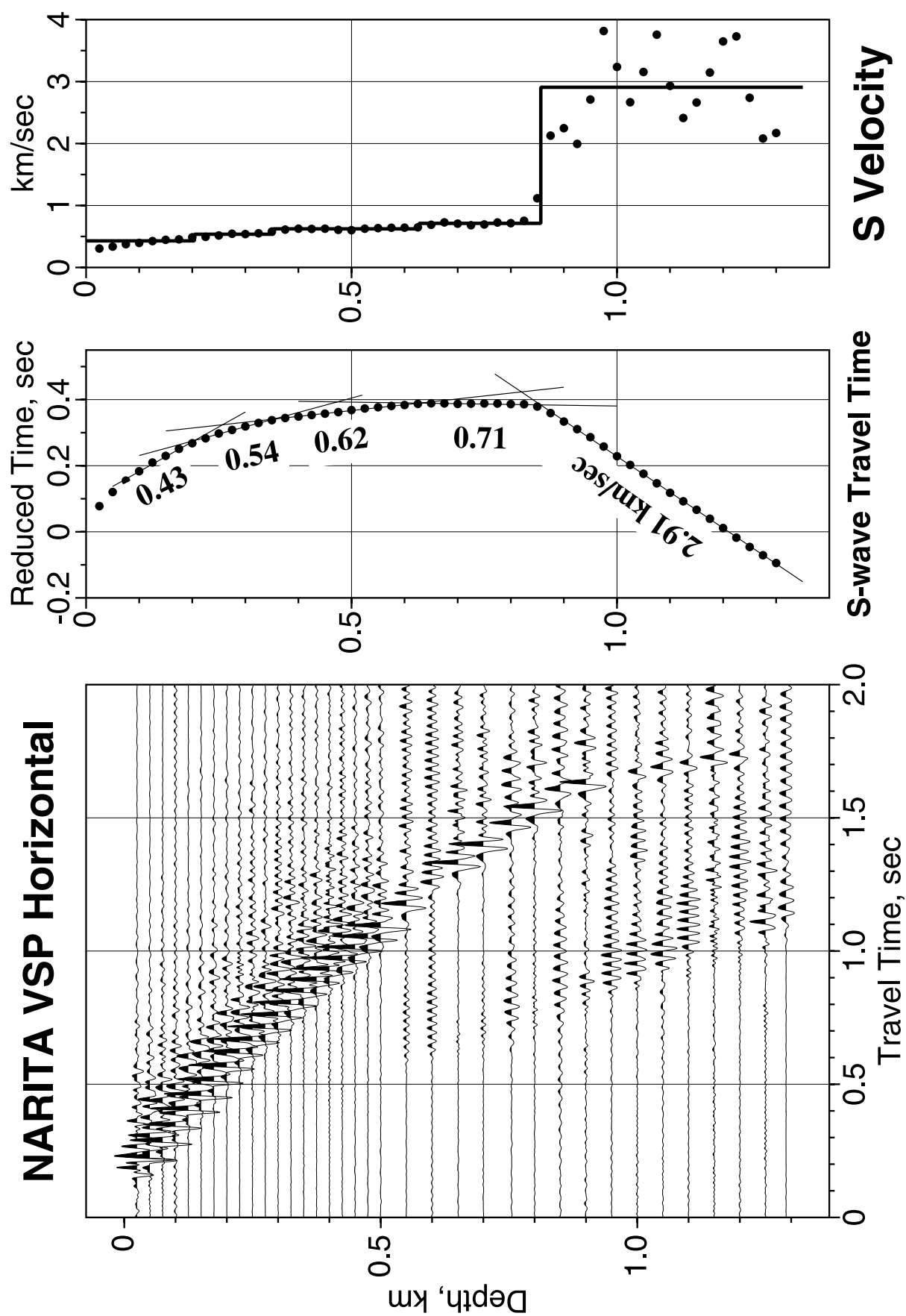


図 7.9 (2) 成田観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)  
Fig. 7.9 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Narita well.

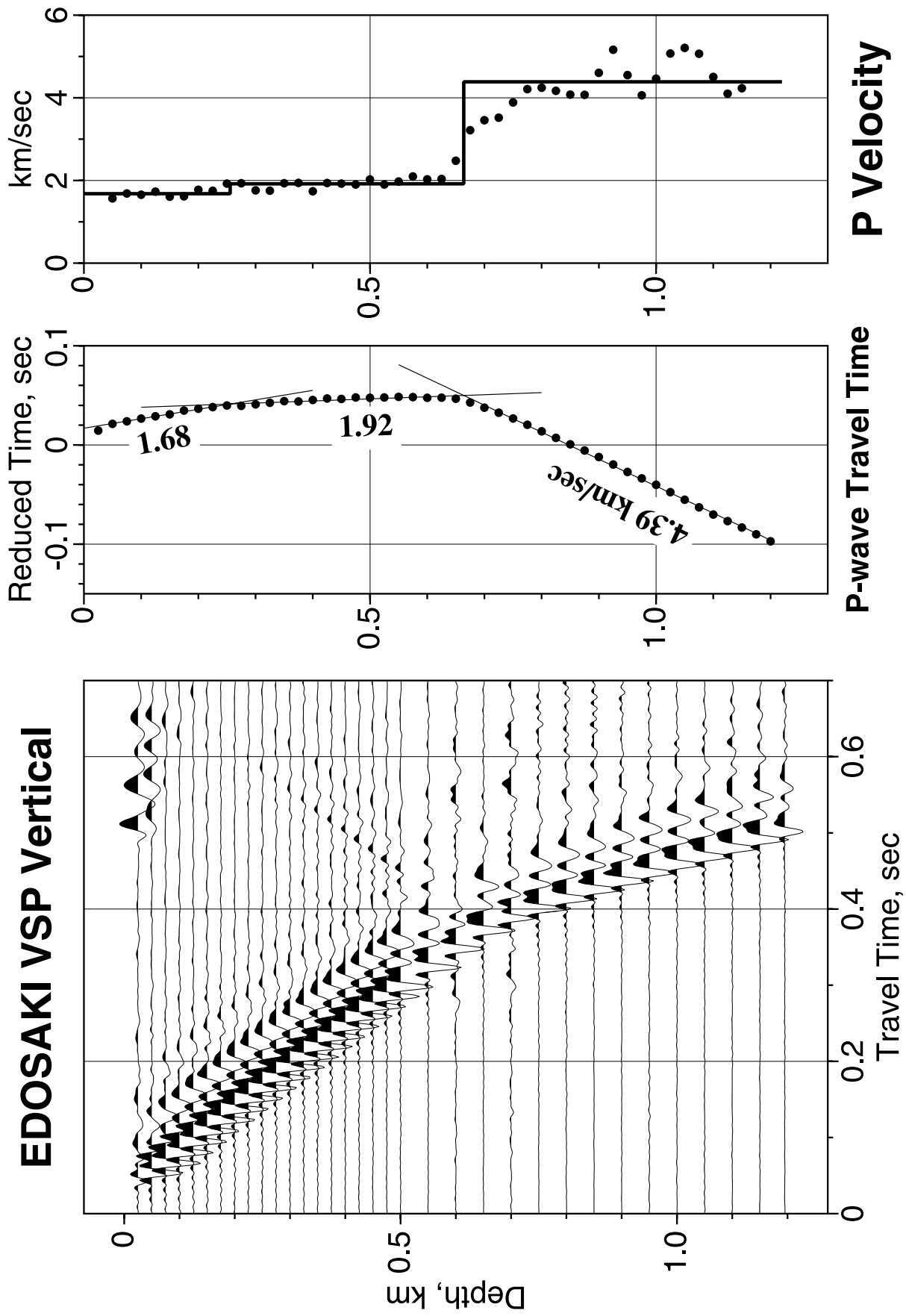


図 7.10 (1) 江戸崎観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)  
Fig. 7.10 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Edosaki well.

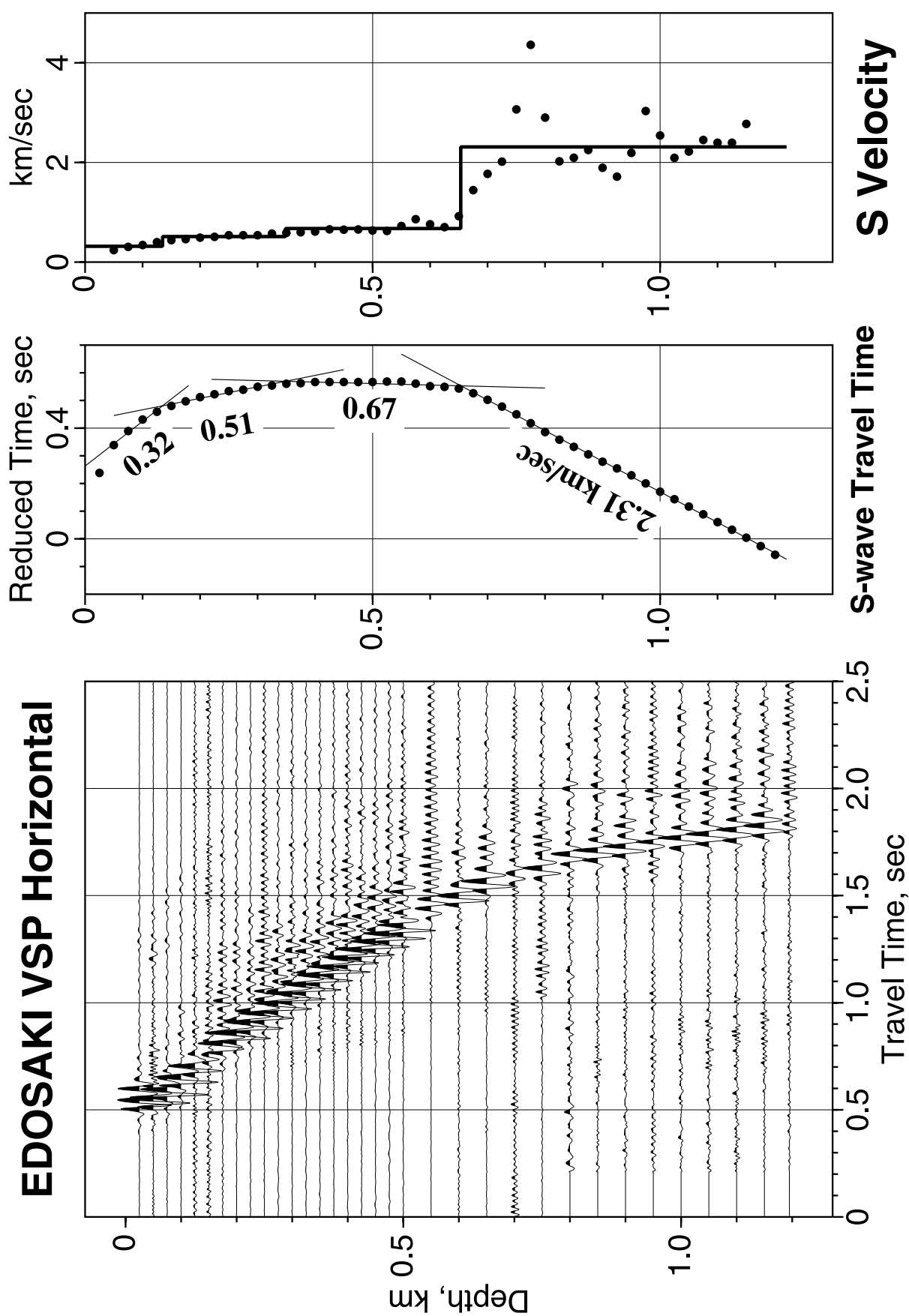


図 7.10 (2) 江戸崎観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)

Fig. 7.10 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Edosaki well.

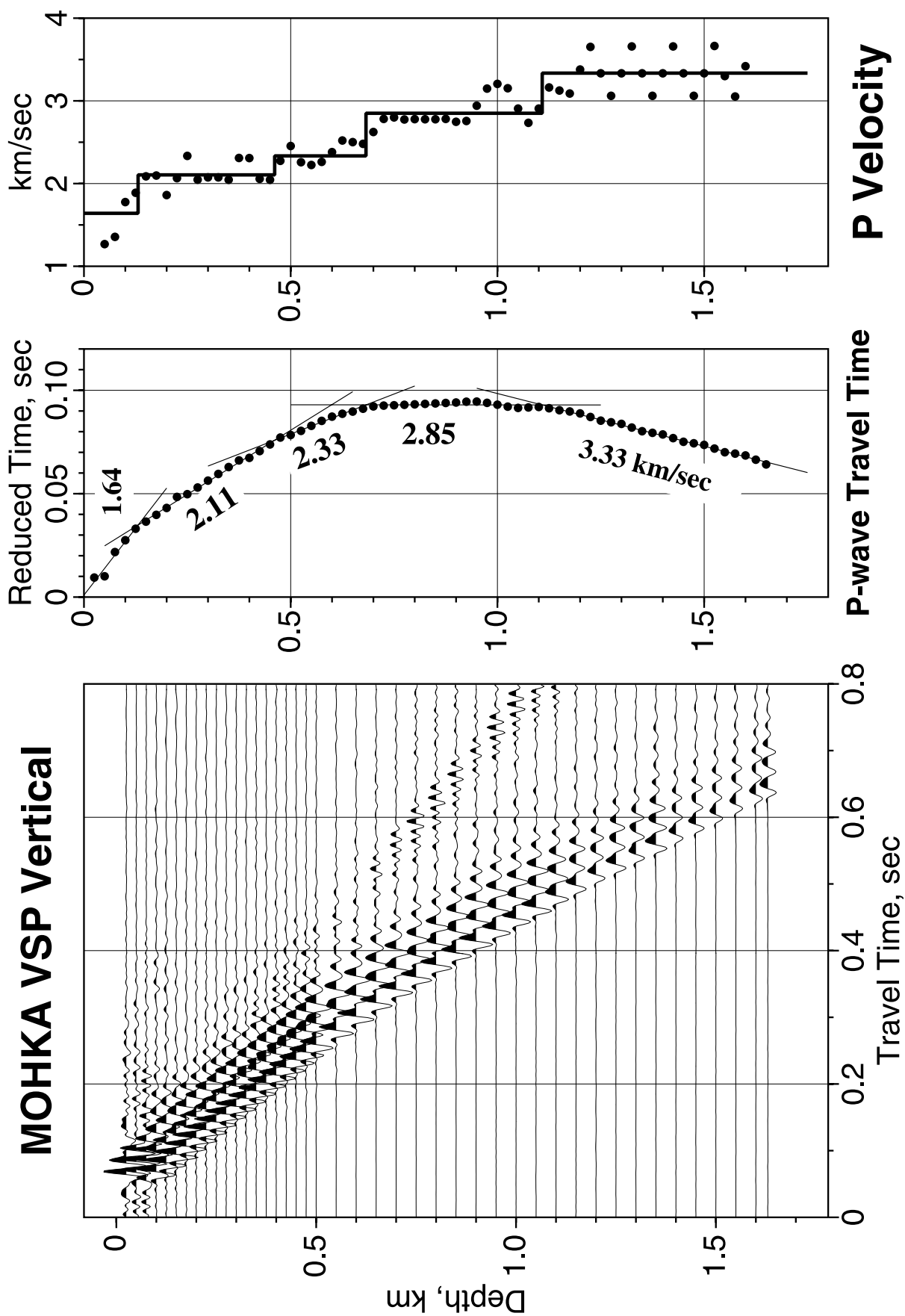


図 7.11 (1) 真岡観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)

Fig. 7.11 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Mohka well.

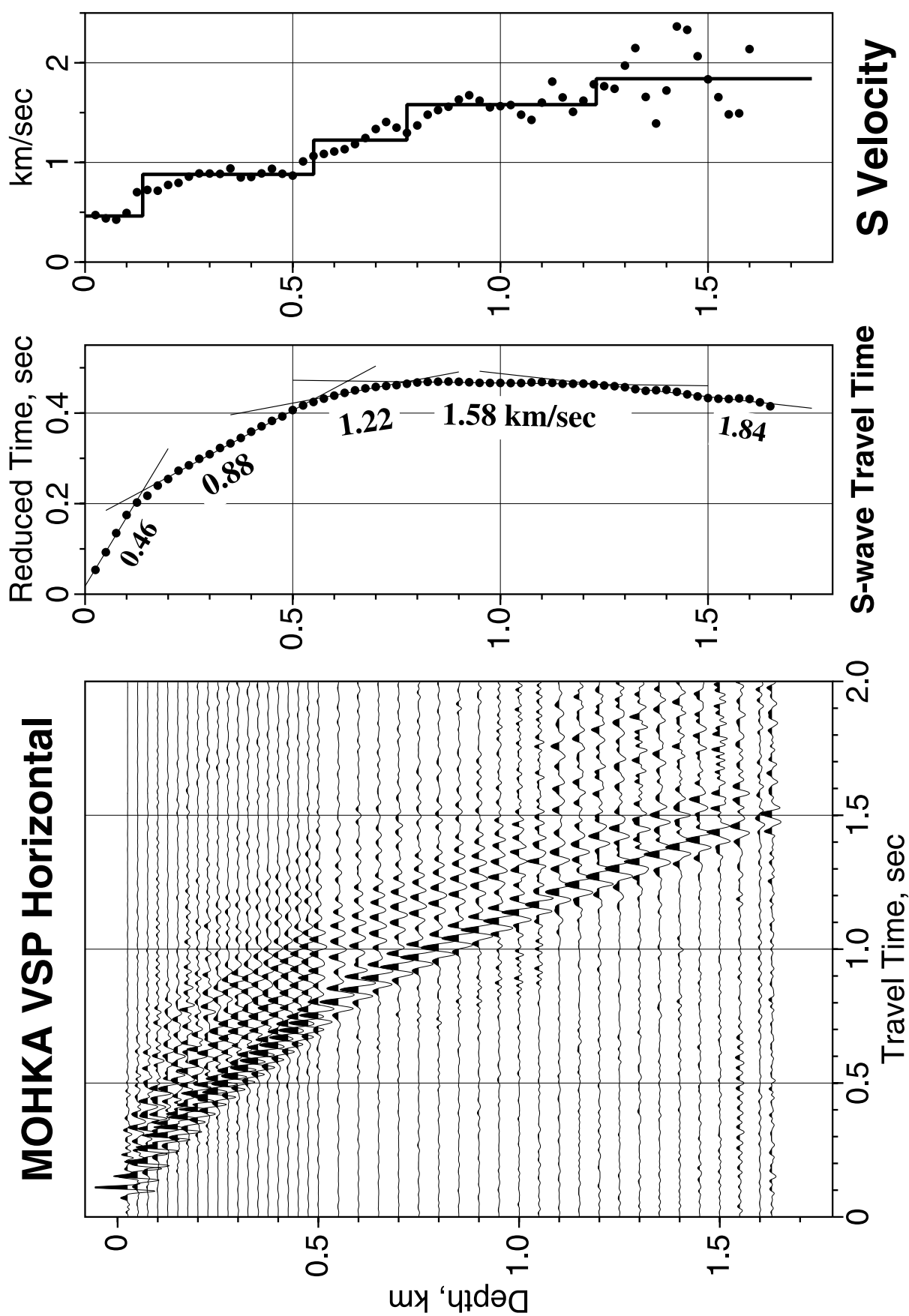


図 7.11 (2) 真岡観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)

Fig. 7.11 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Mohka well.



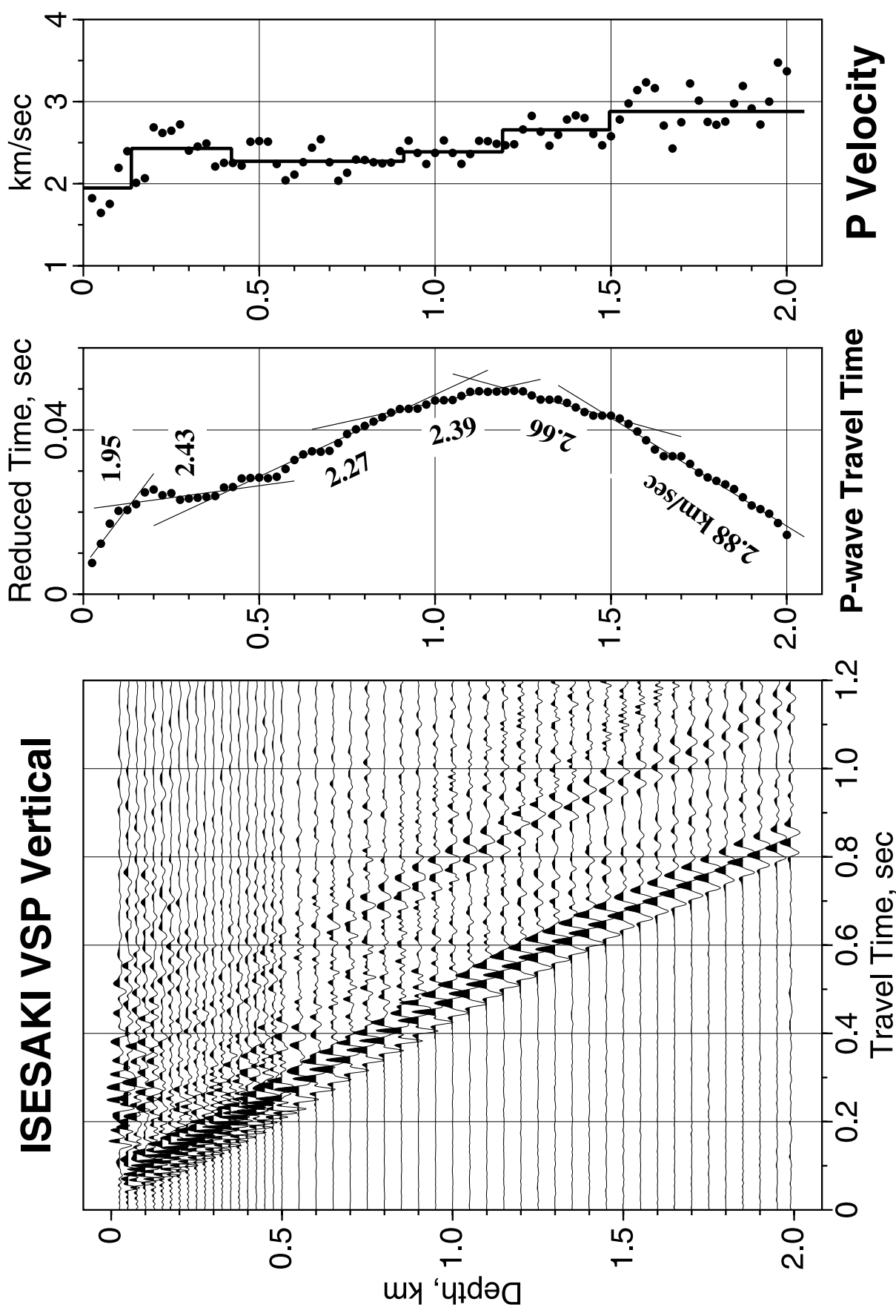


図 7.12 (1) 伊勢崎観測井における P 波震源による上下動記録 (左), 走時曲線 (中央), P 波速度構造 (右)  
Fig. 7.12 (1) Paste-up of the vertical component records by the P wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and P wave velocity structure (right) of the Iseki well.

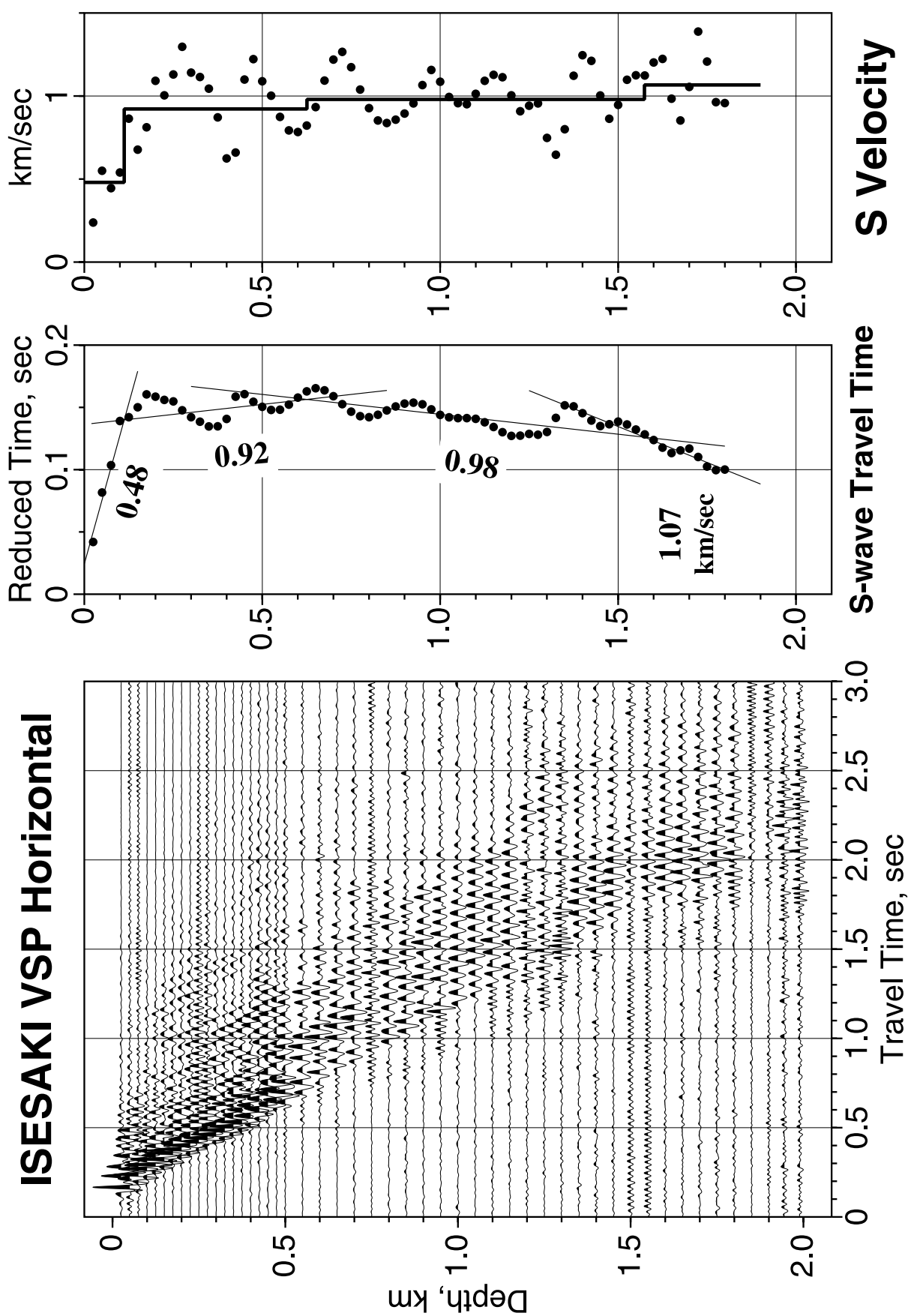


図 7.12 (2) 伊勢崎観測井における S 波震源による水平動記録 (左), 走時曲線 (中央), S 波速度構造 (右)

Fig. 7.12 (2) Paste-up of the horizontal component records by the S wave source (left), reduced travel time depth plot (middle), and S wave velocity structure (right) of the Iseaki well.

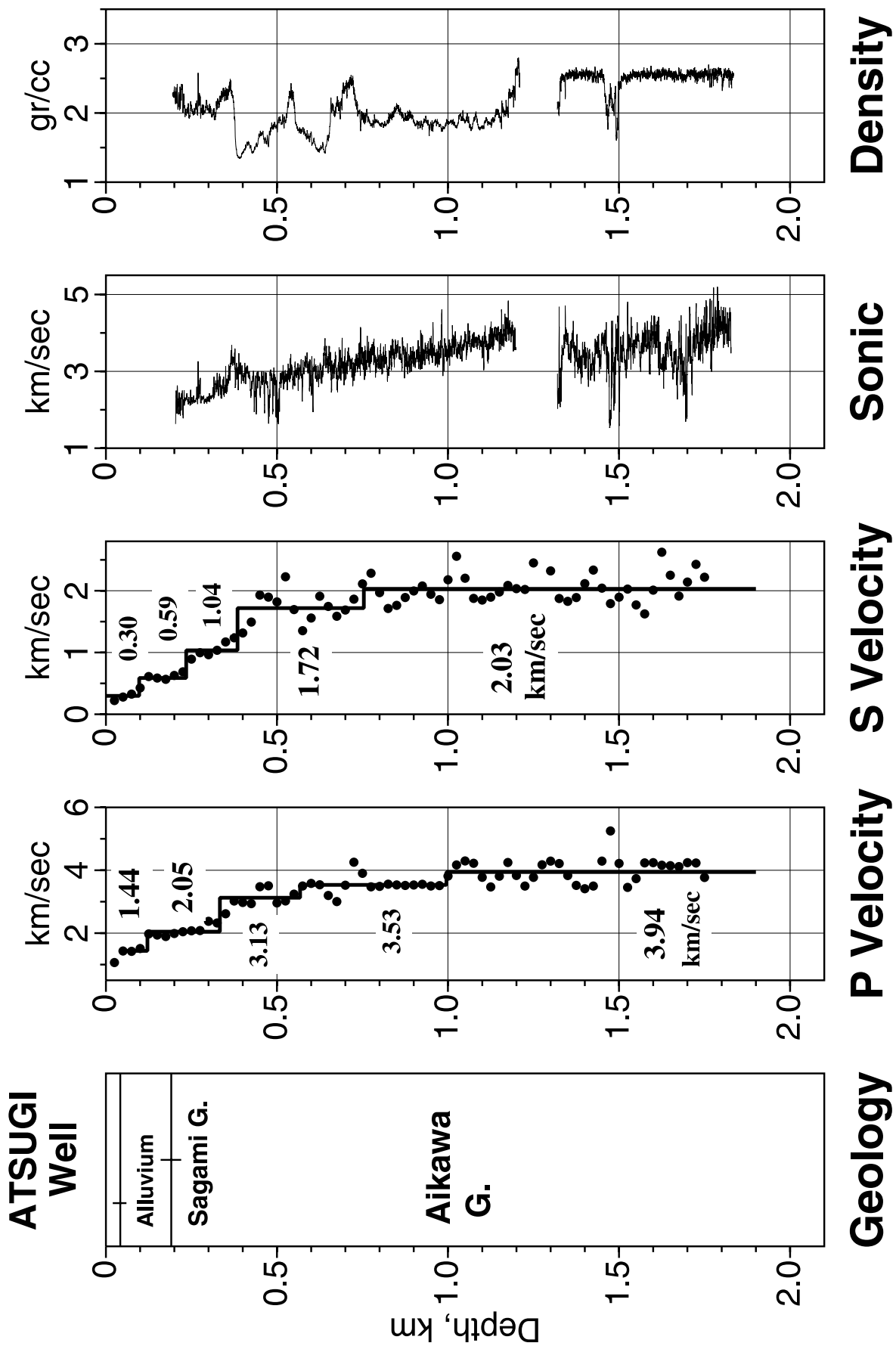


図 8.1 (1) 厚木観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較

Fig. 8.1 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Atsugi well.

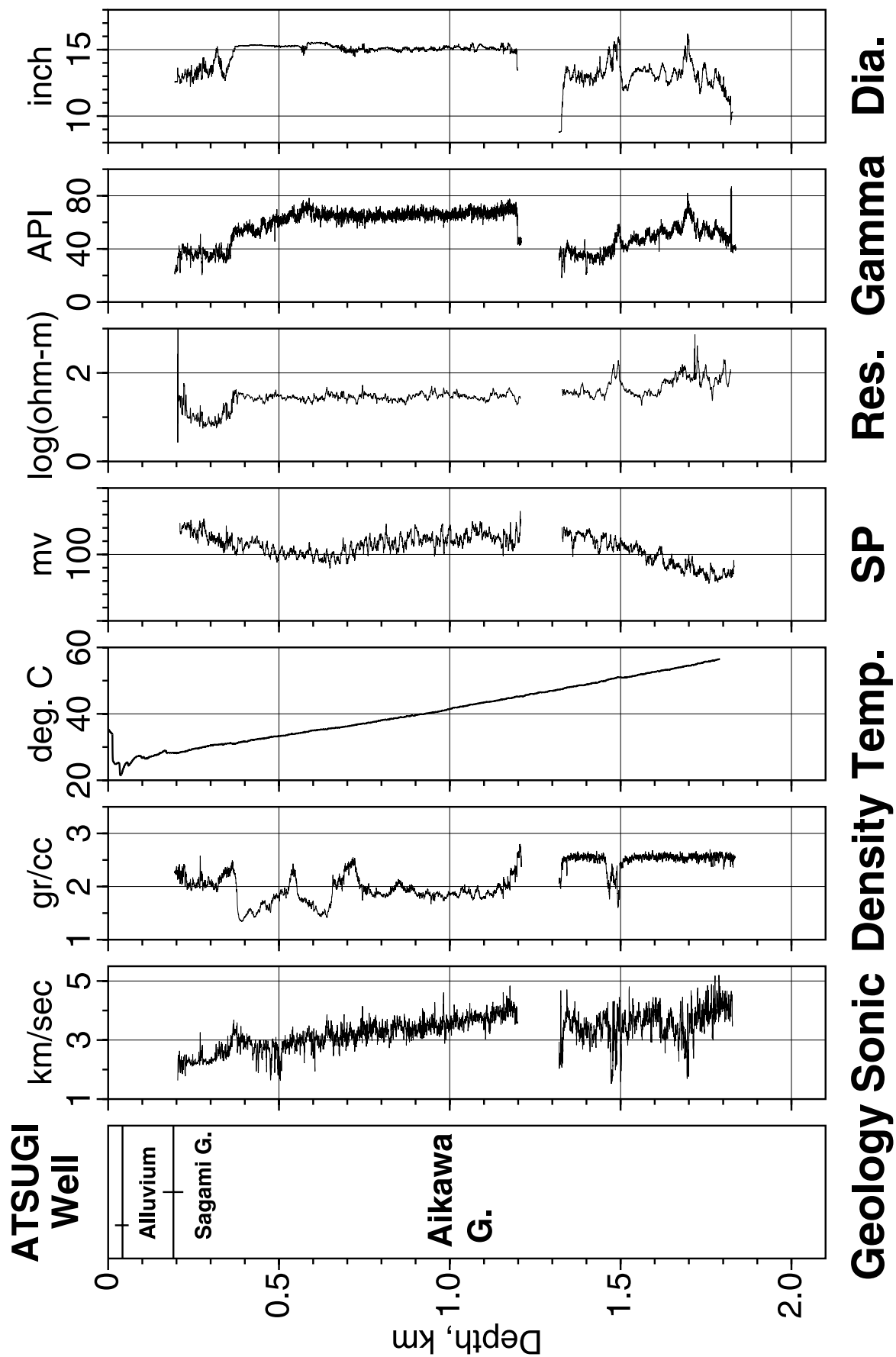


図 8.1 (2) 厚木観測井における孔井地質構造, 音波速度, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較

Fig. 8.1 (2) Well geology and line up of logging results of Atsugi well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

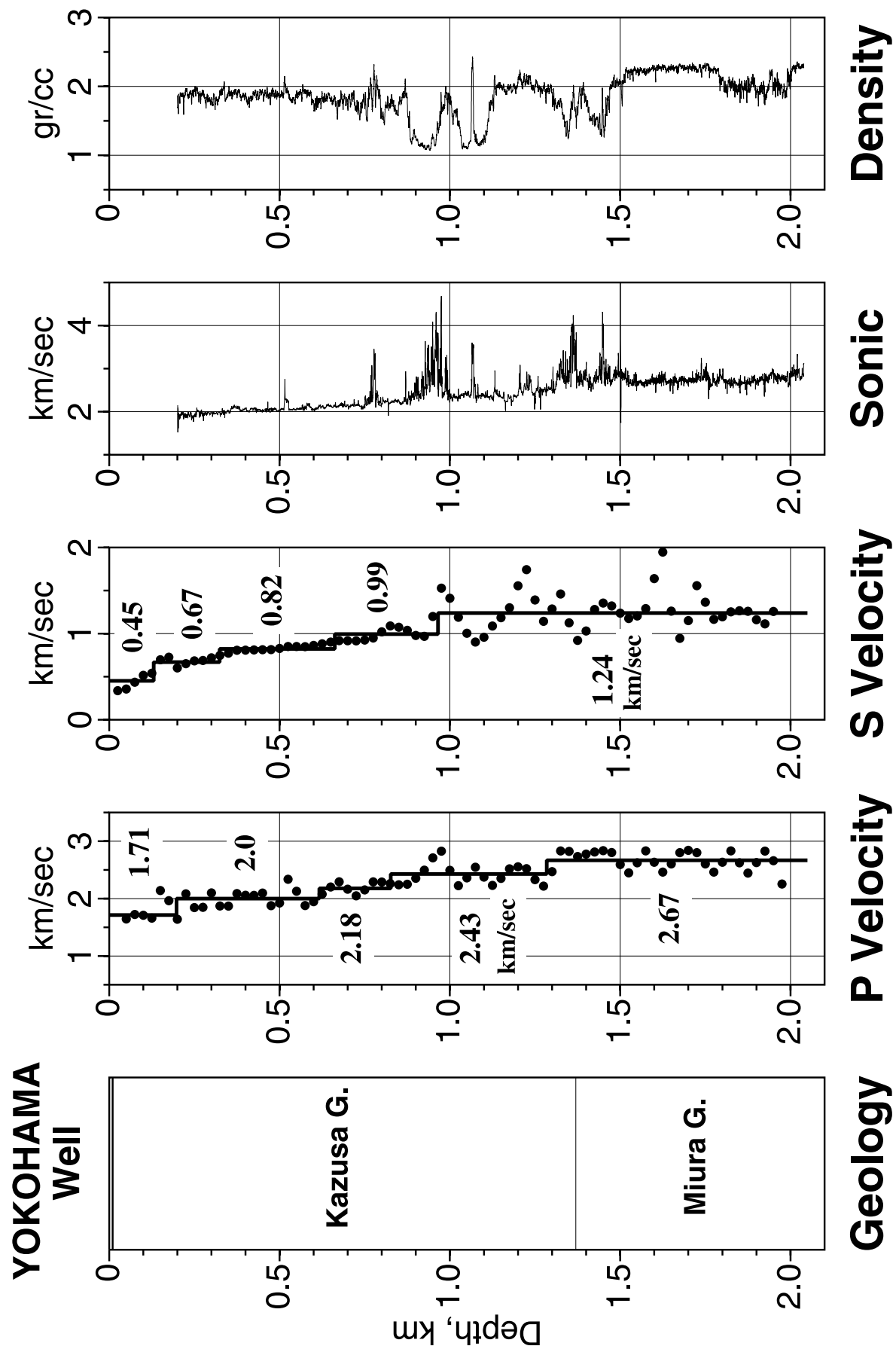


図 8. 2 (1) 横浜観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8. 2 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Yokohama well.



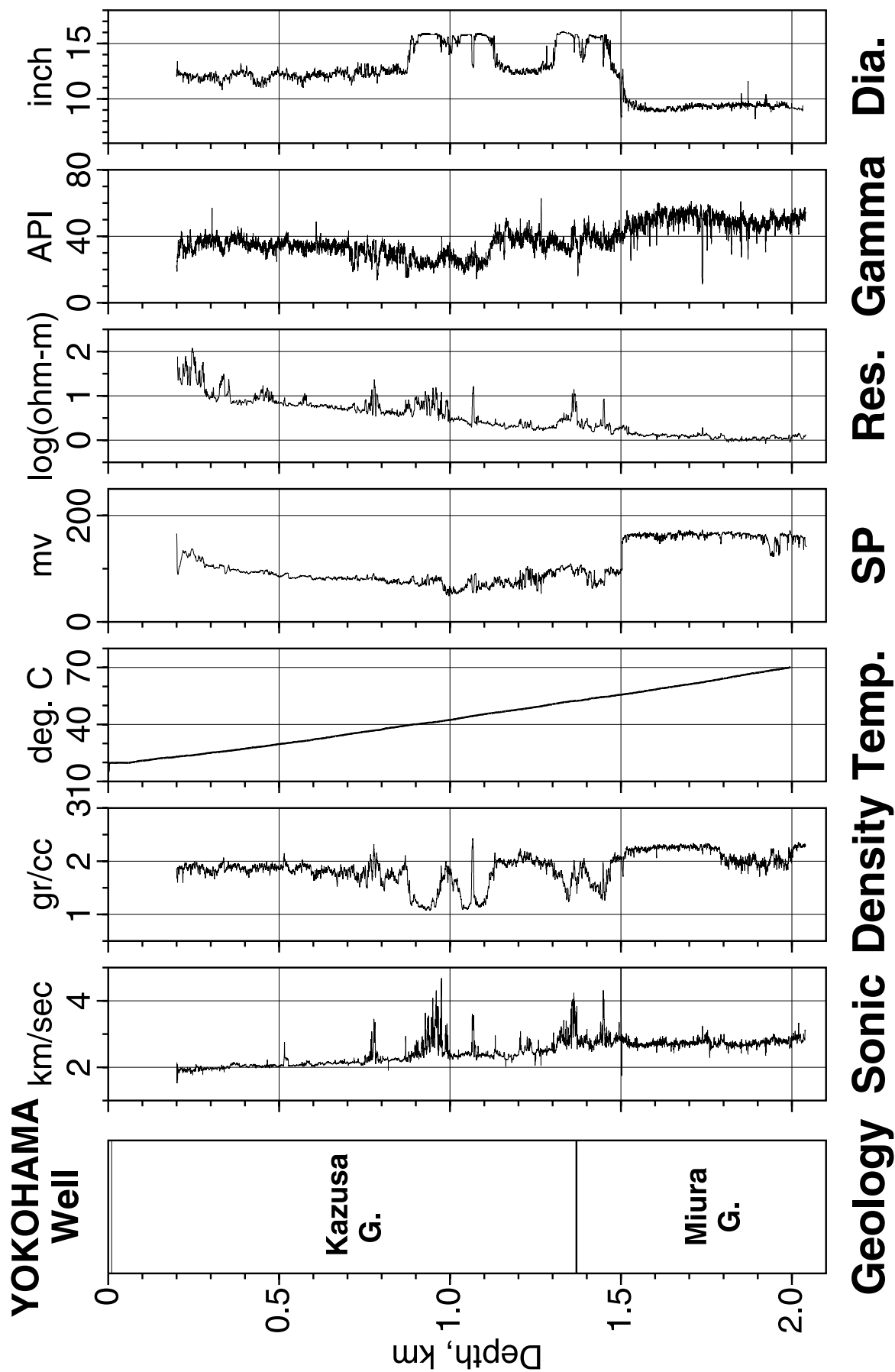


図 8.2 (2) 横浜観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較

Fig. 8.2 (2) Well geology and line up of logging results of Yokohama well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

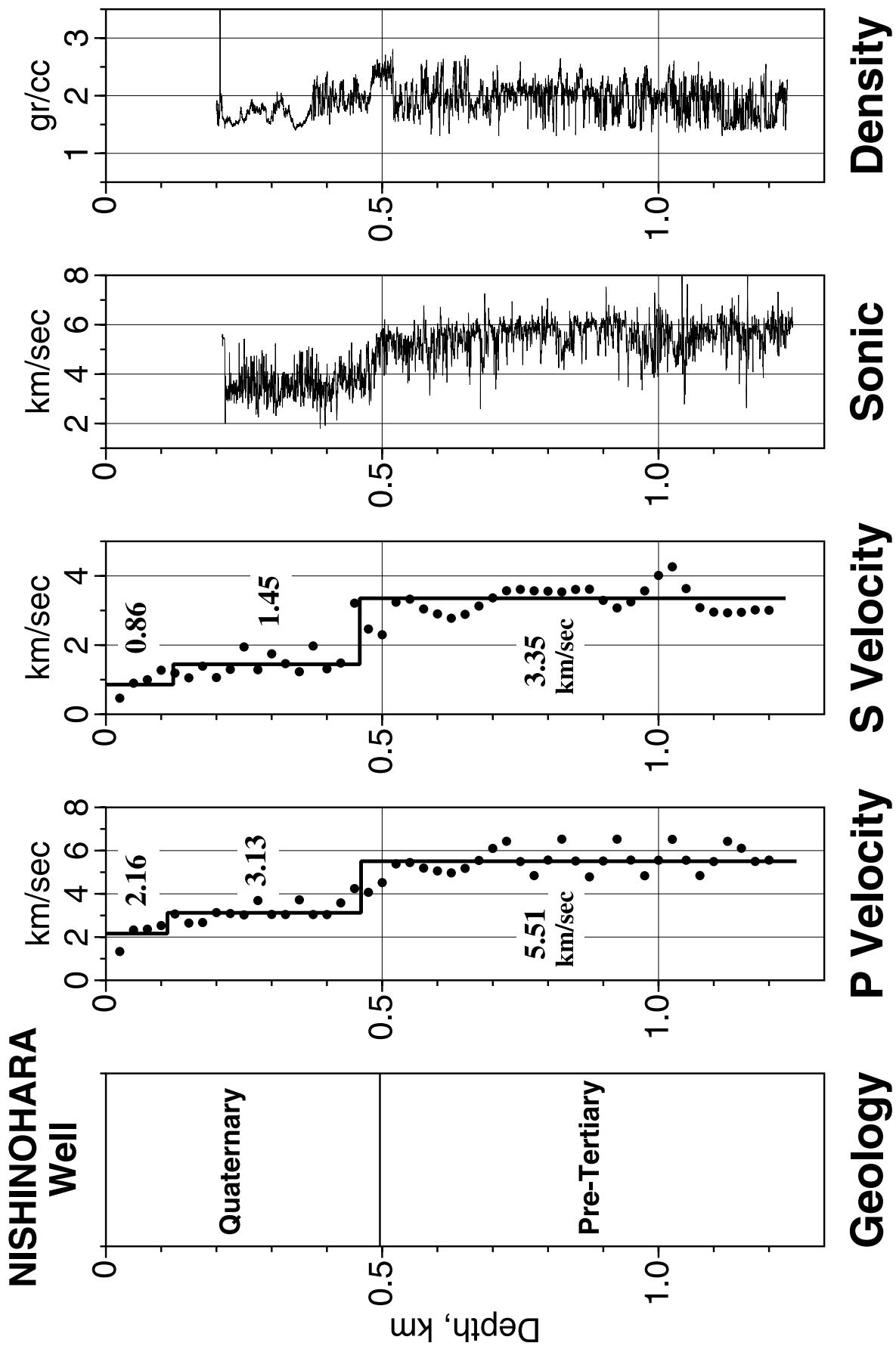


図 8.3 (1) 西野原観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.3 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Nishinohara well.

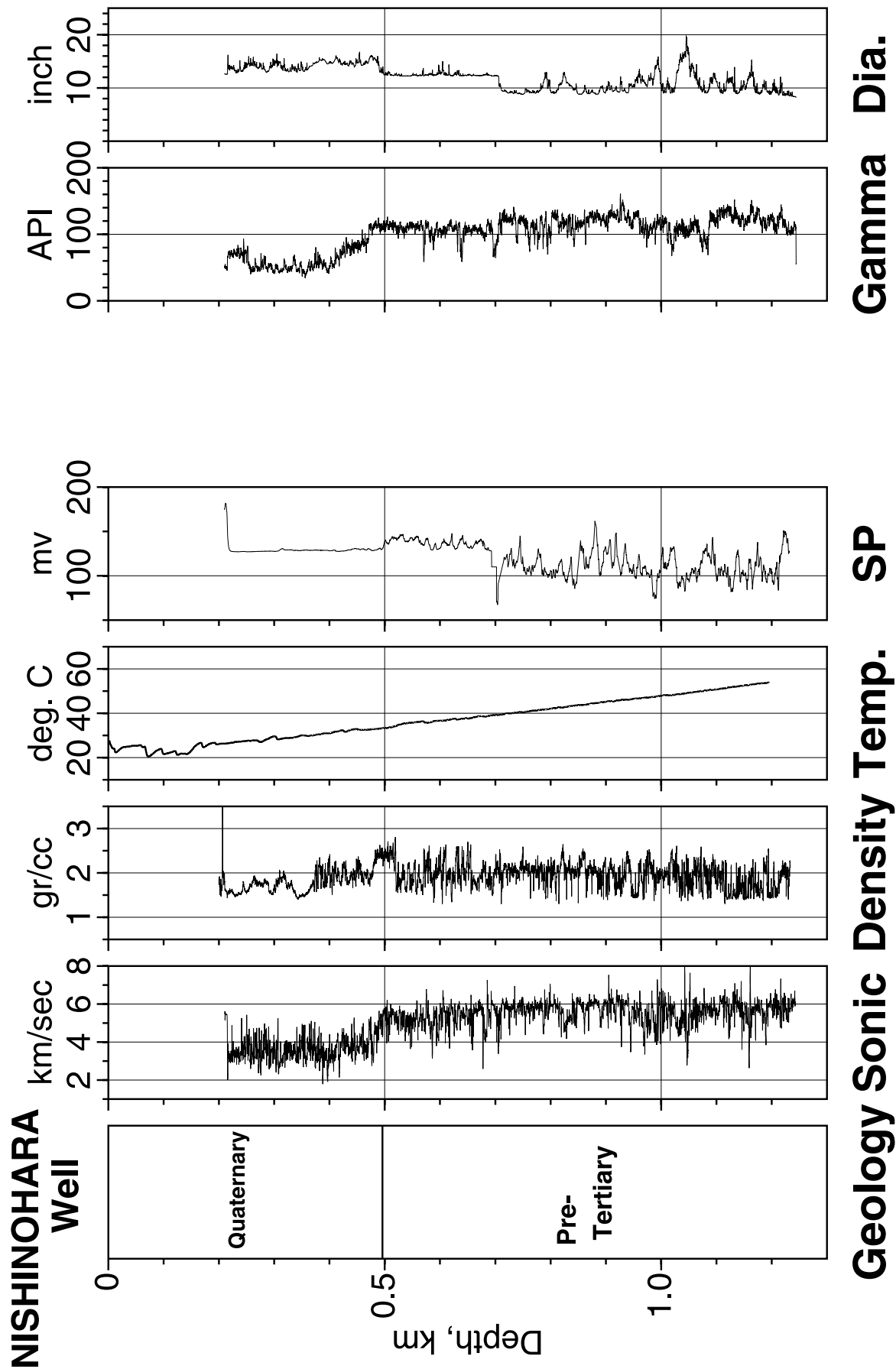


図 8.3 (2) 西野原観測井における孔井地質構造、音波速度、密度、温度、自然電位、トータルガンマ、および孔径検層結果の比較

Fig. 8.3 (2) Well geology and line up of logging results of Nishinohara well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, total gamma, and caliper.

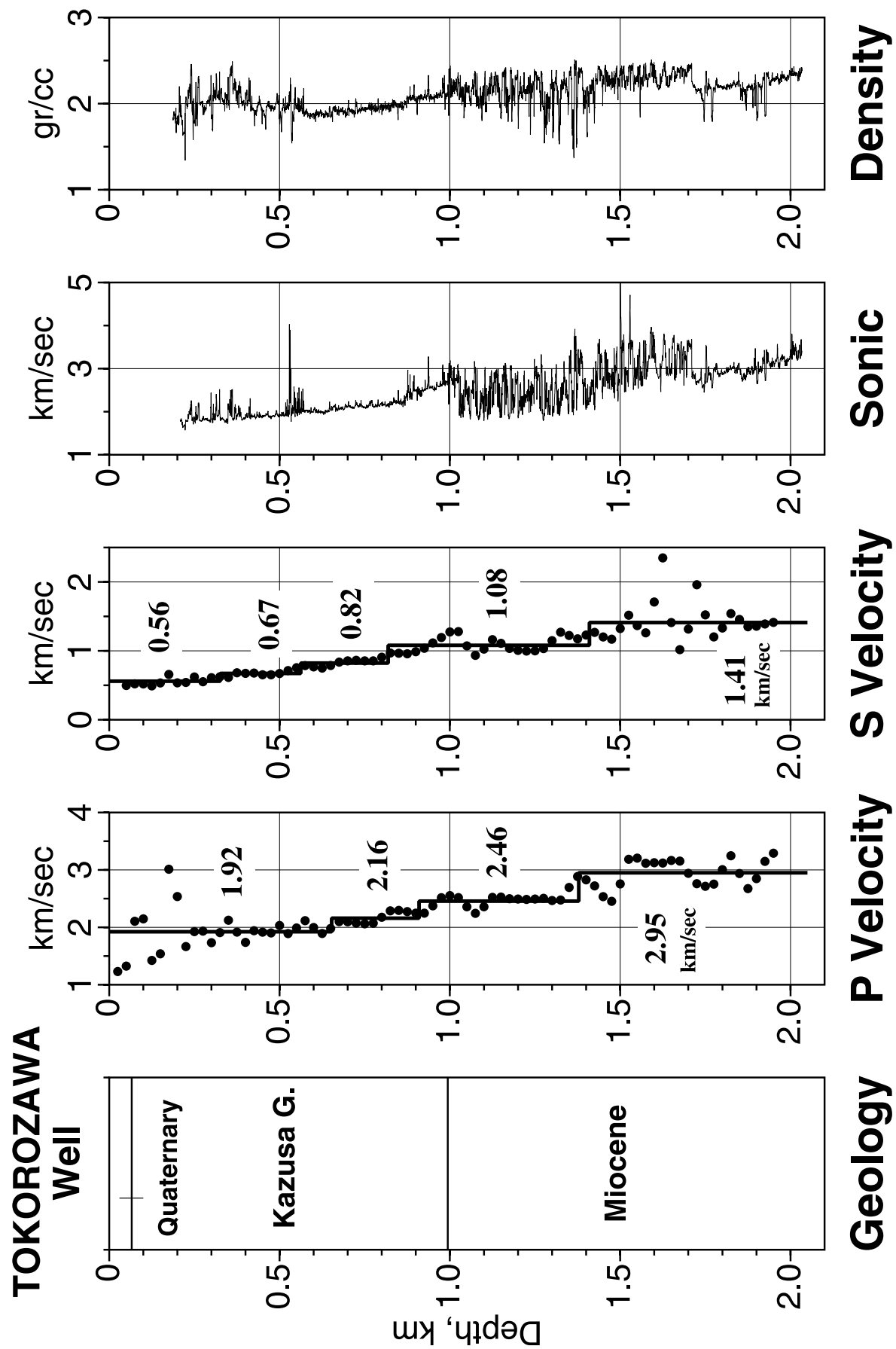


図 8.4 (1) 所沢観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較

Fig. 8.4 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Tokorozawa well.

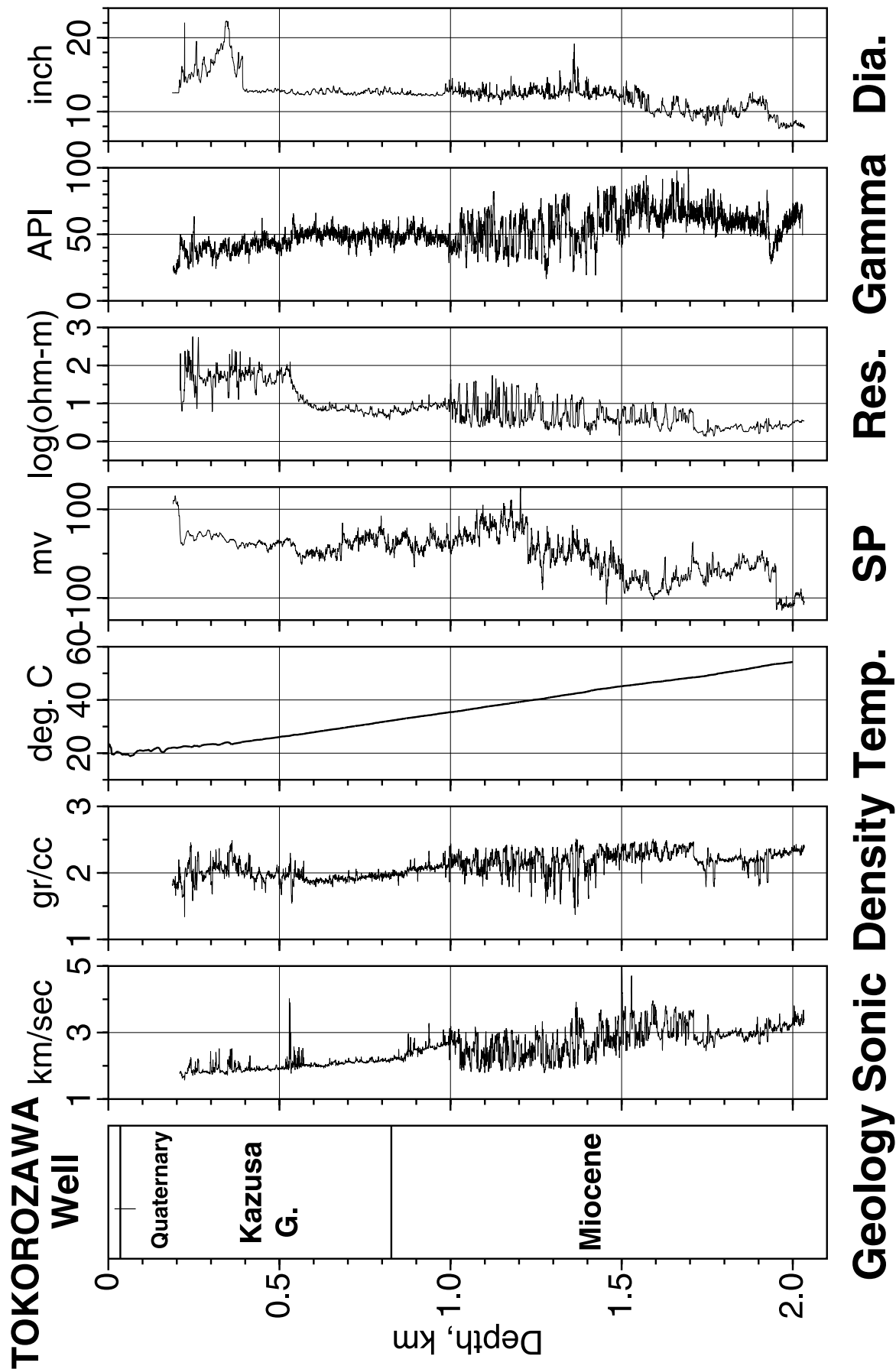


図 8.4 (2) 所沢観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較

Fig. 8.4 (2) Well geology and line up of logging results of Tokorozawa well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.



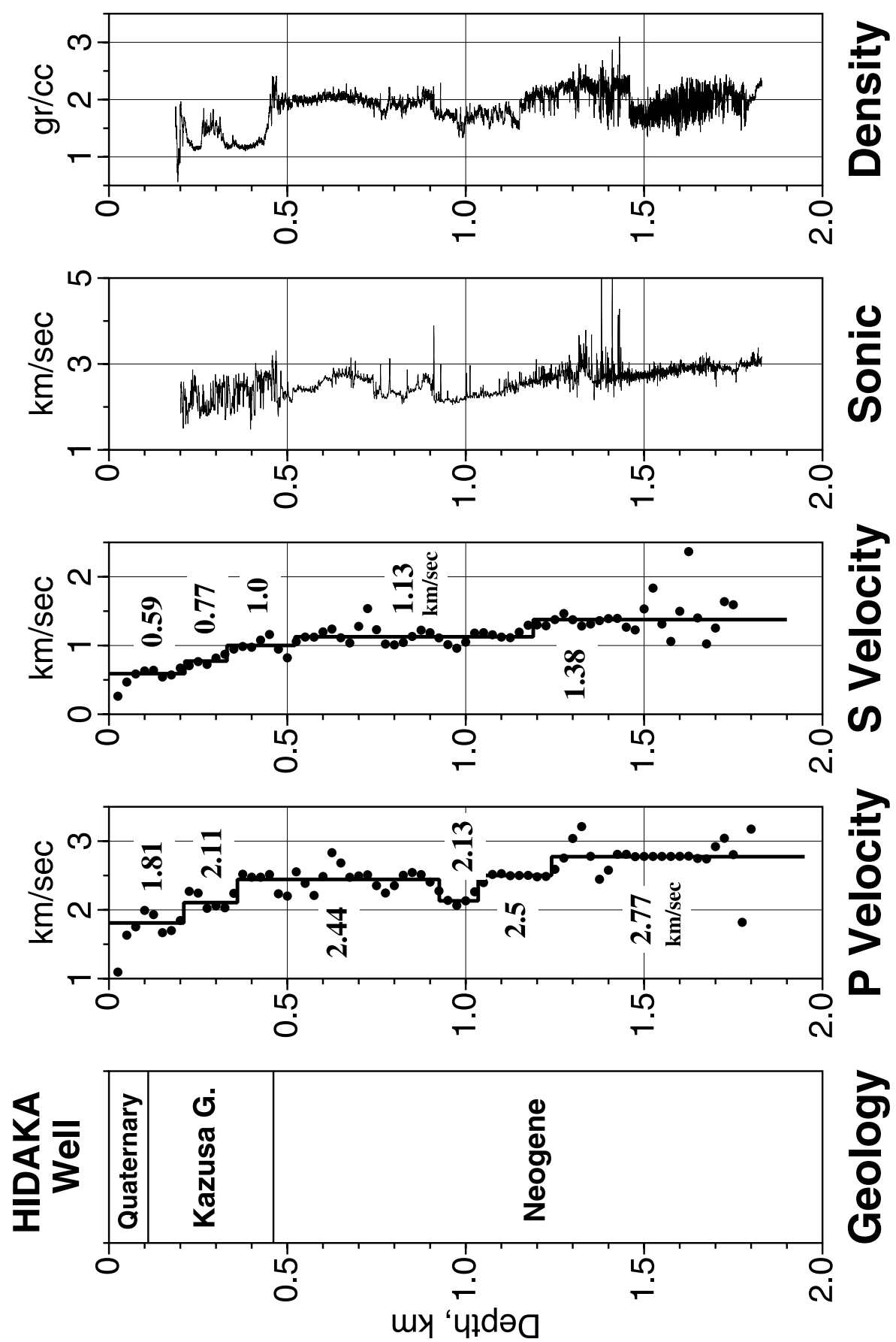


図 8.5 (1) 日高観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.5 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Hidaka well.

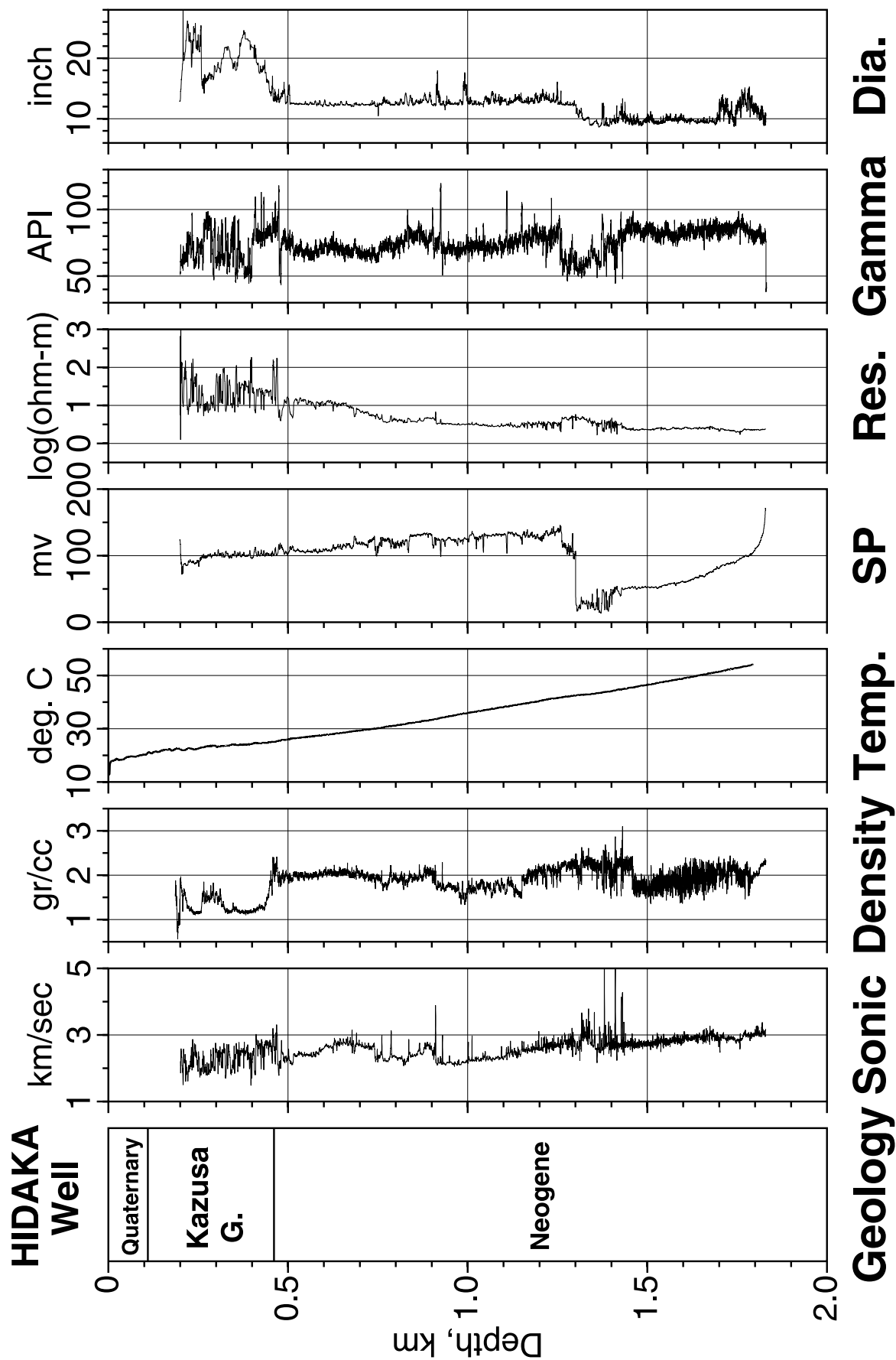


図 8.5 (2) 日高観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較  
Fig. 8.5 (2) Well geology and line up of logging results of Hidaka well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

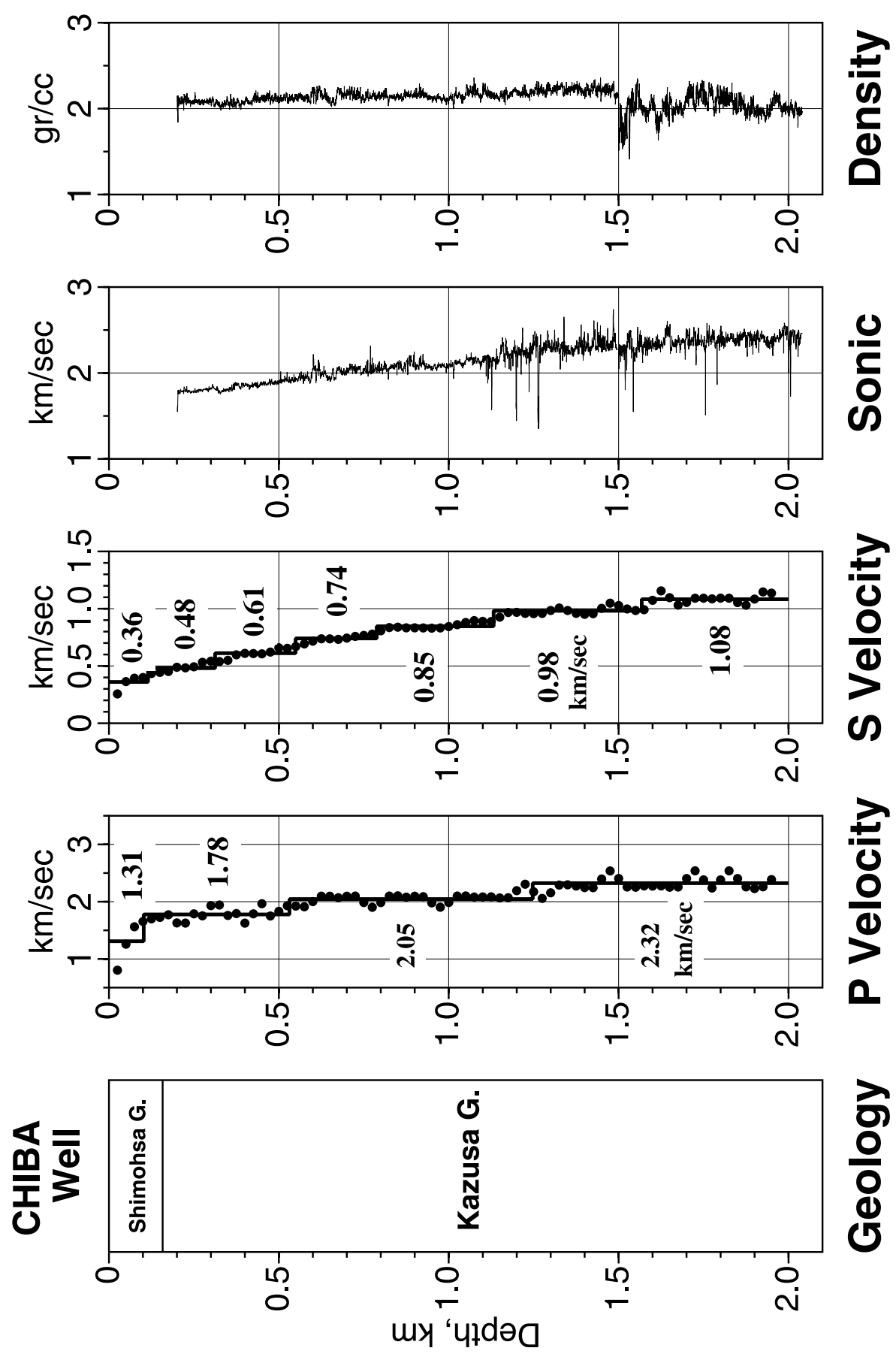


図 8.6 (1) 千葉観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.6 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Chiba well.

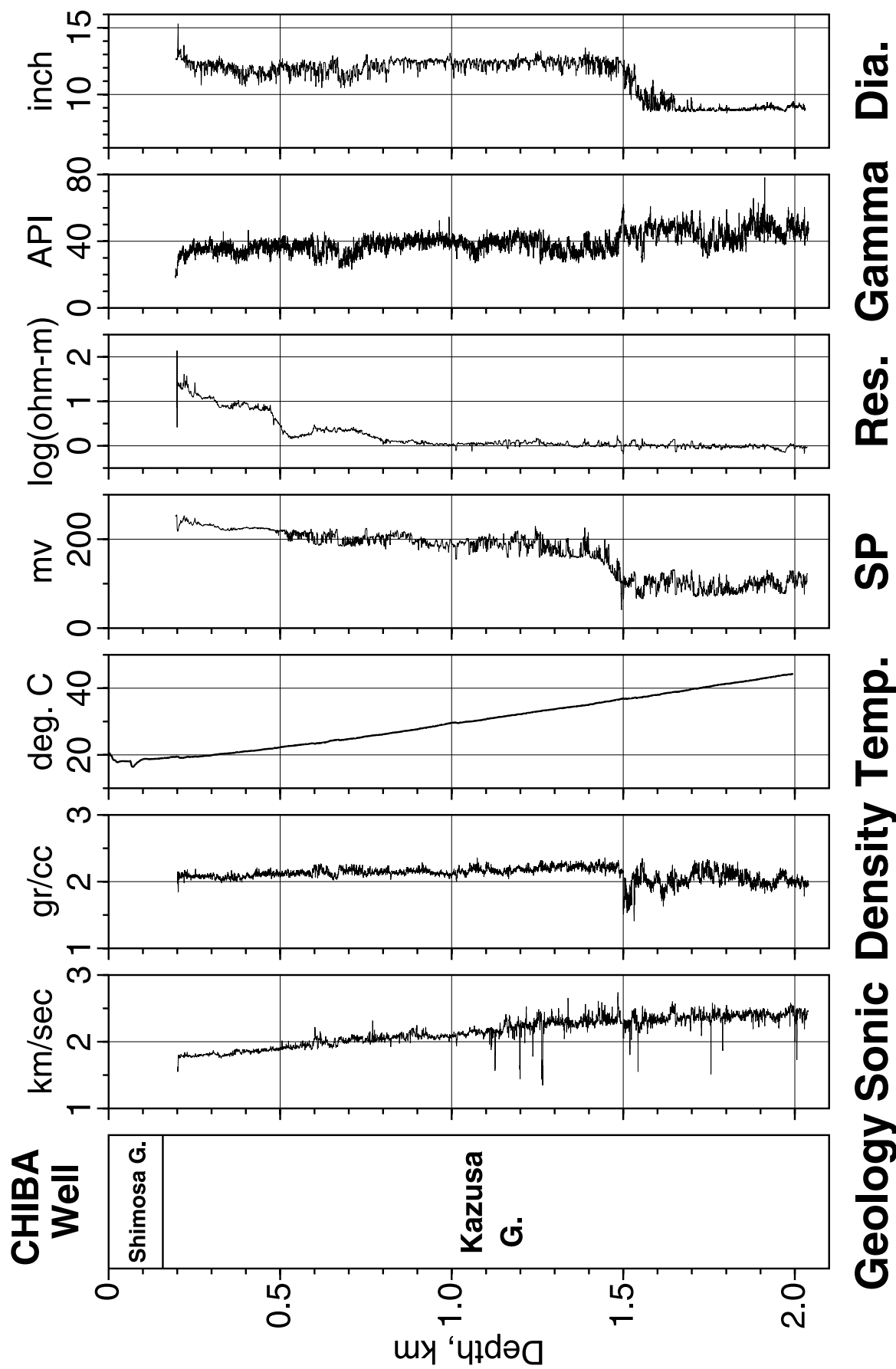


図 8. 6 (2) 千葉観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較

Fig. 8. 6 (2) Well geology and line up of logging results of Chiba well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

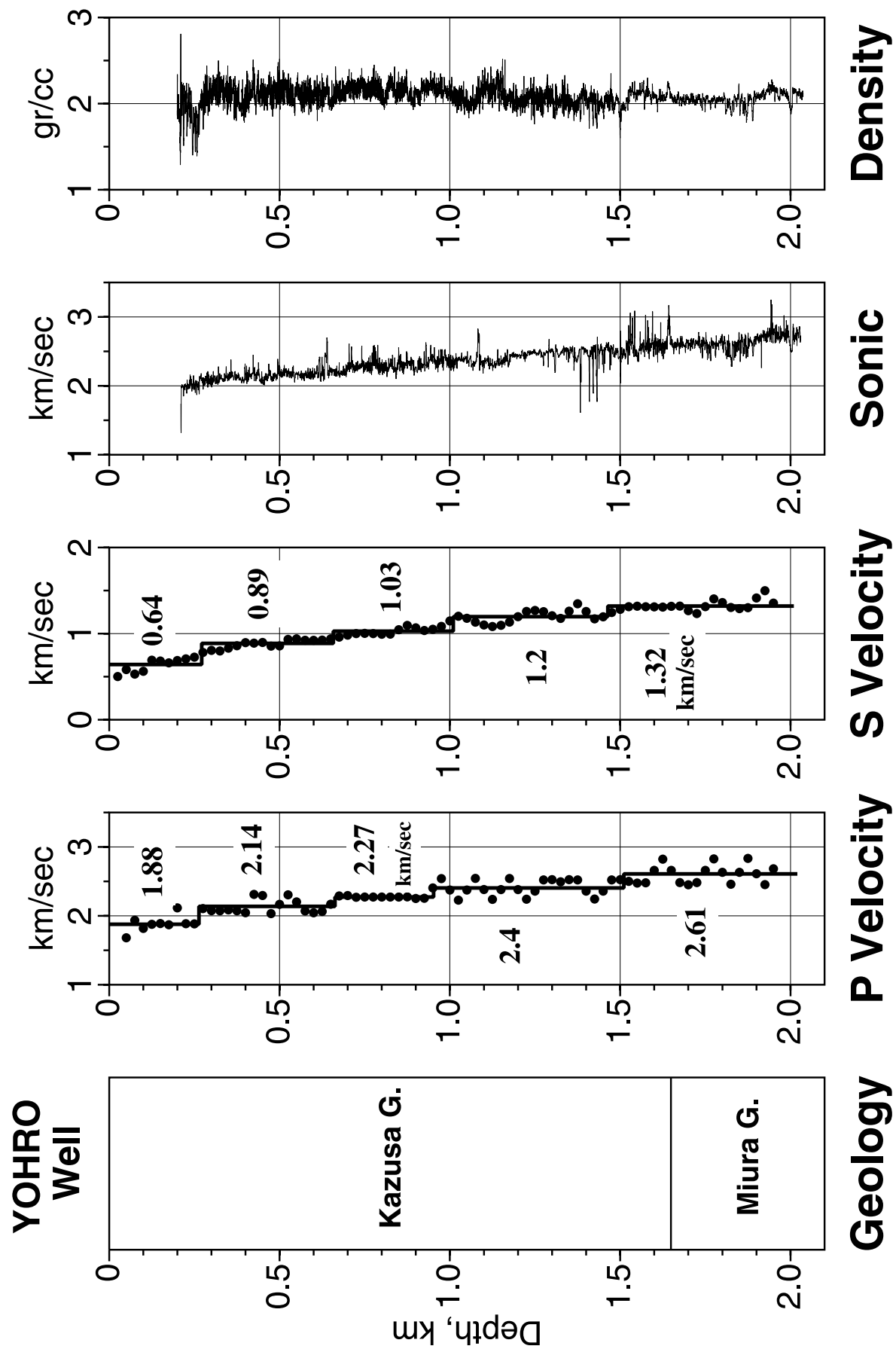


図 8. 7 (1) 養老観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較

Fig. 8. 7 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Yohro well.



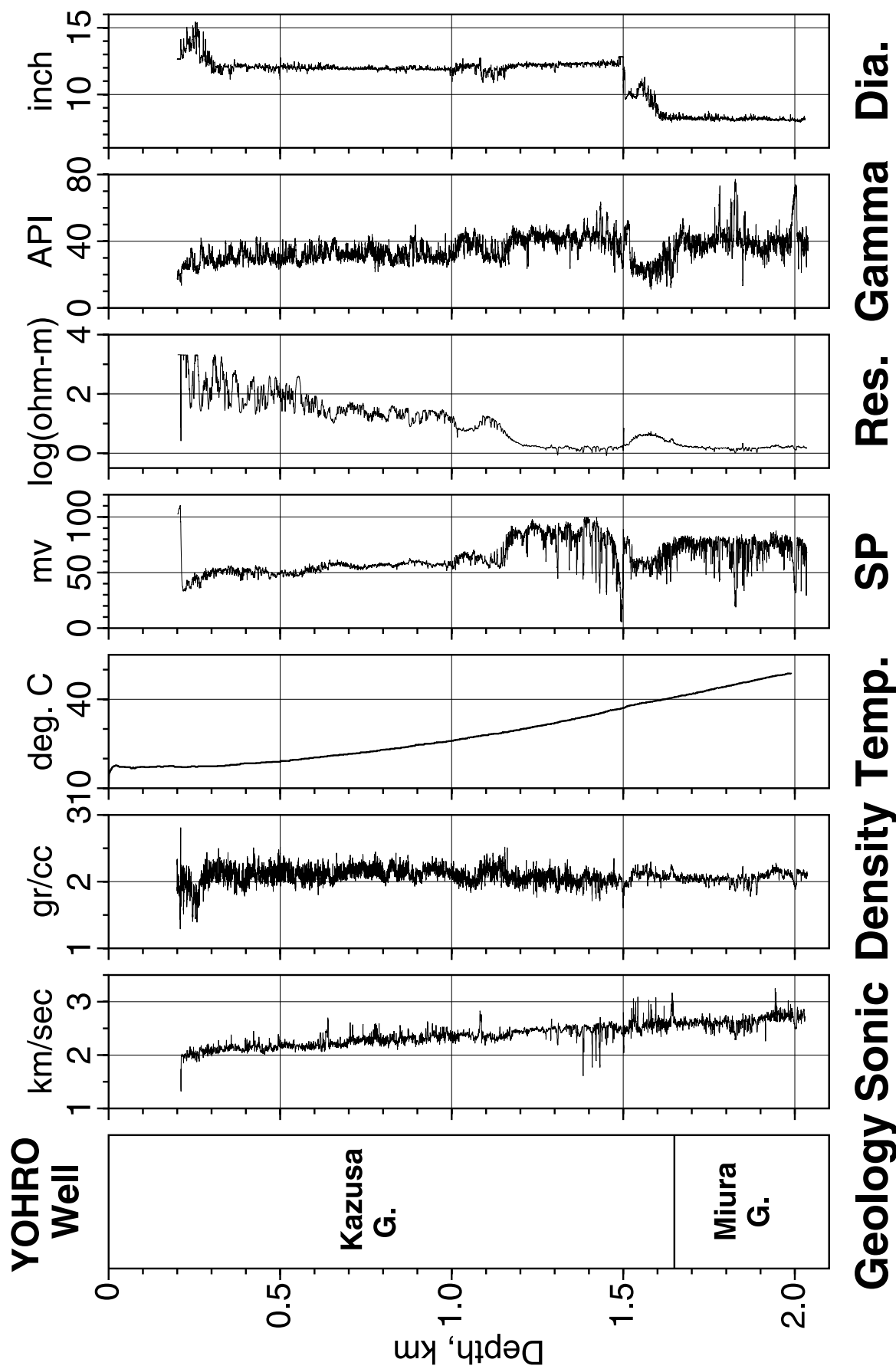


図 8.7 (2) 養老観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較  
Fig. 8.7 (2) Well geology and line up of logging results of Yohro well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

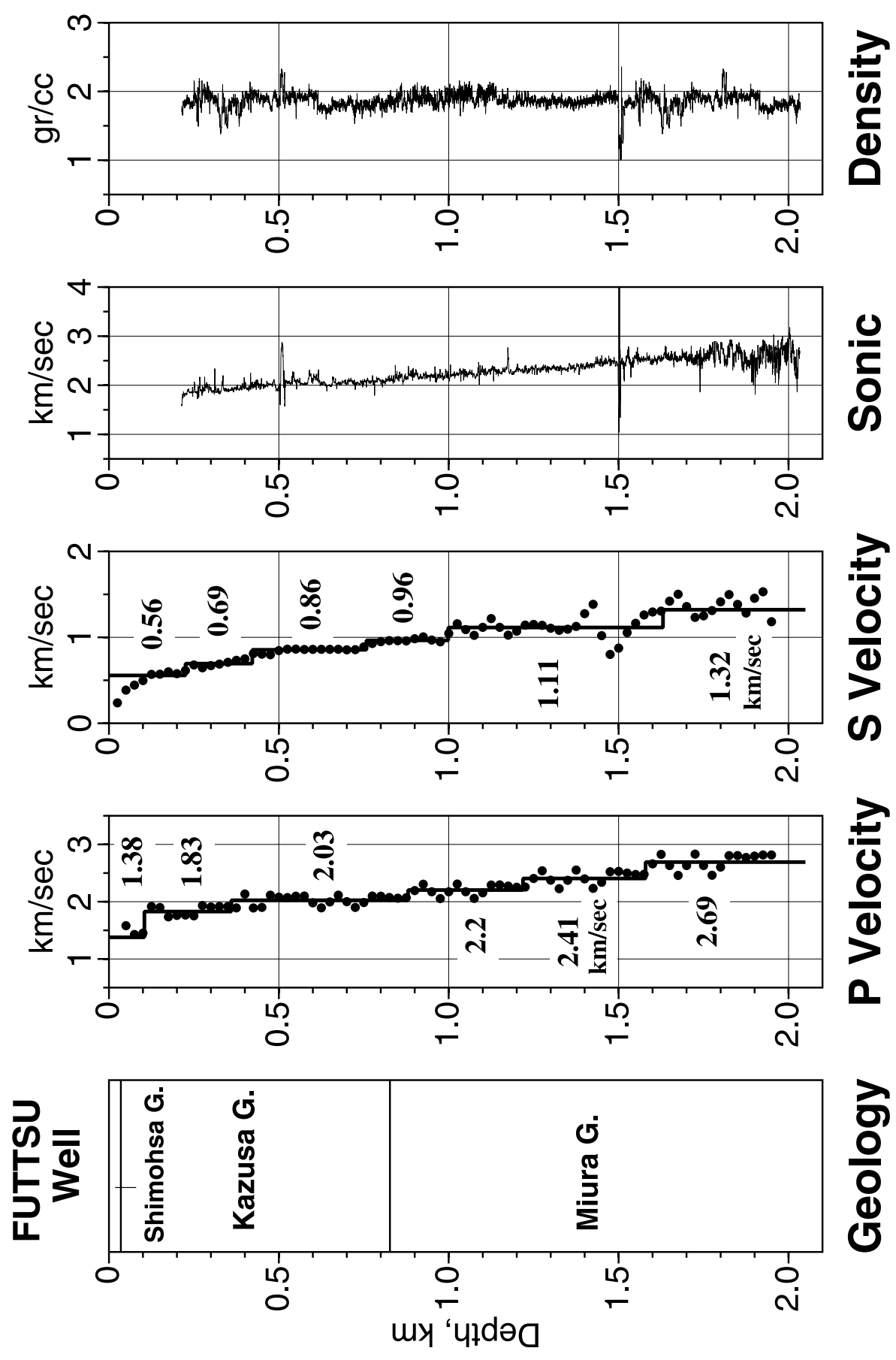


図 8.8 (1) 富津観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.8 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Futsu well.

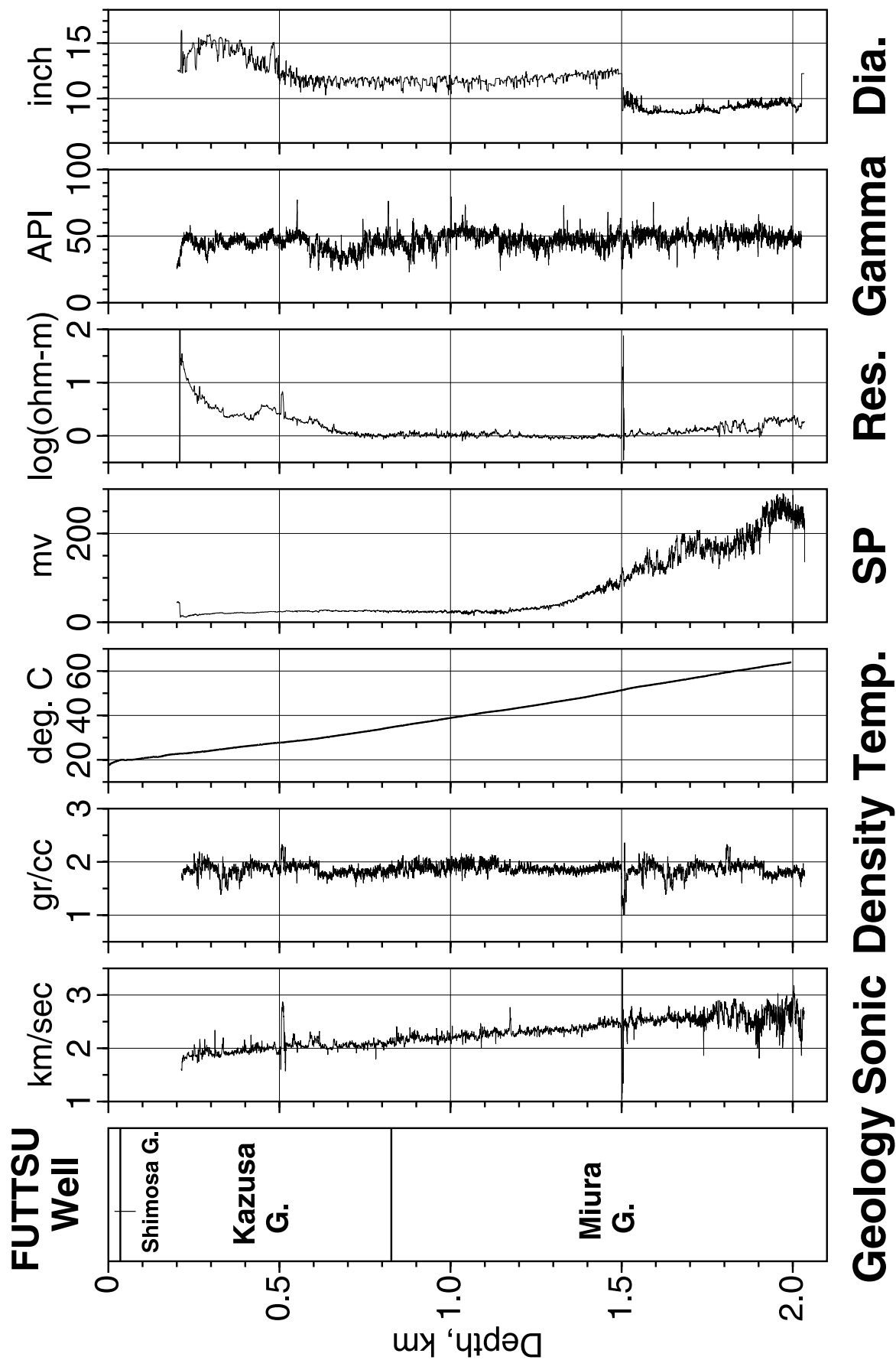


図 8.8 (2) 富津観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較

Fig. 8.8 (2) Well geology and line up of logging results of Futtsu well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

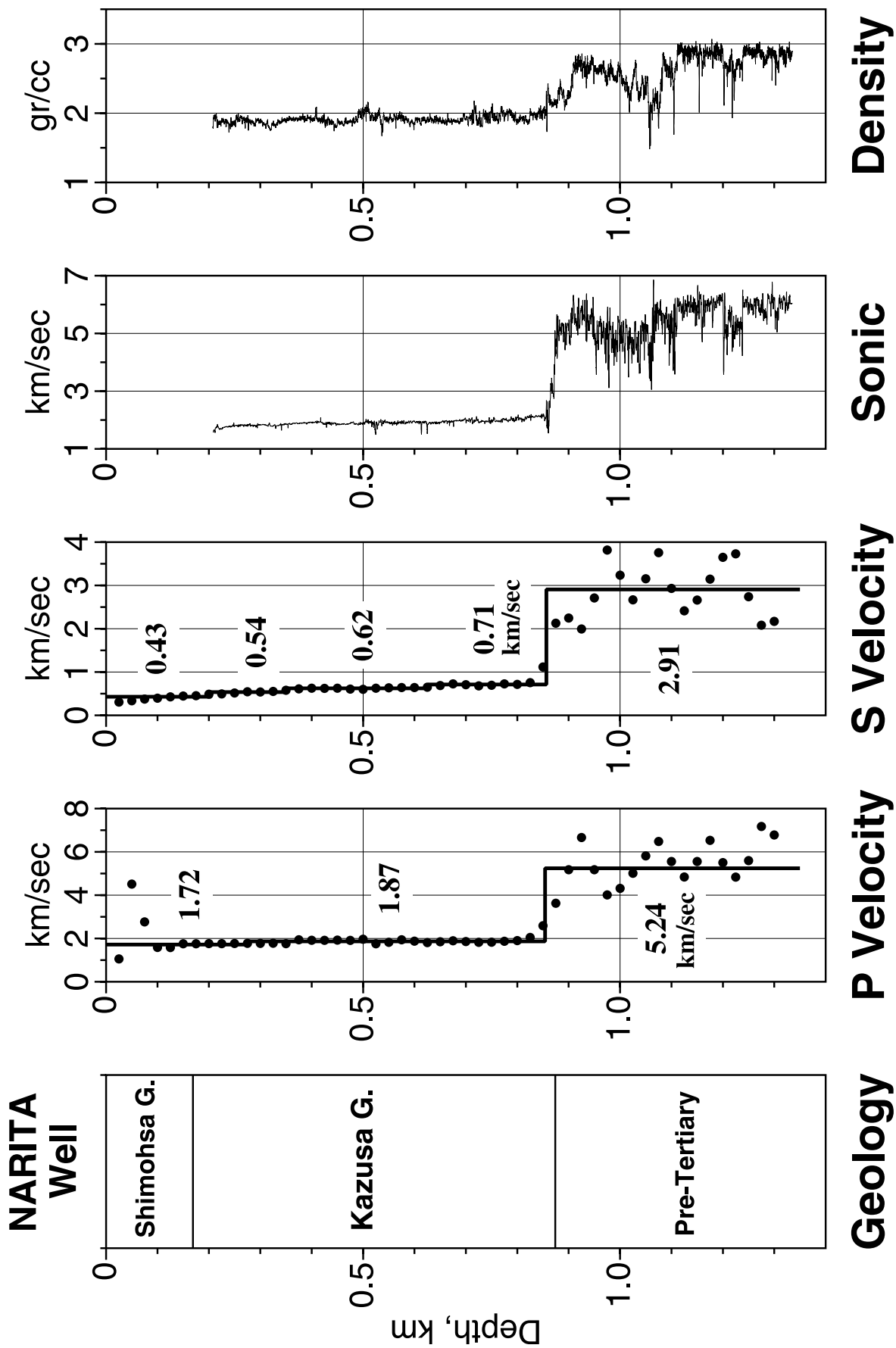


図 8.9 (1) 成田観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.9 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Narita well.

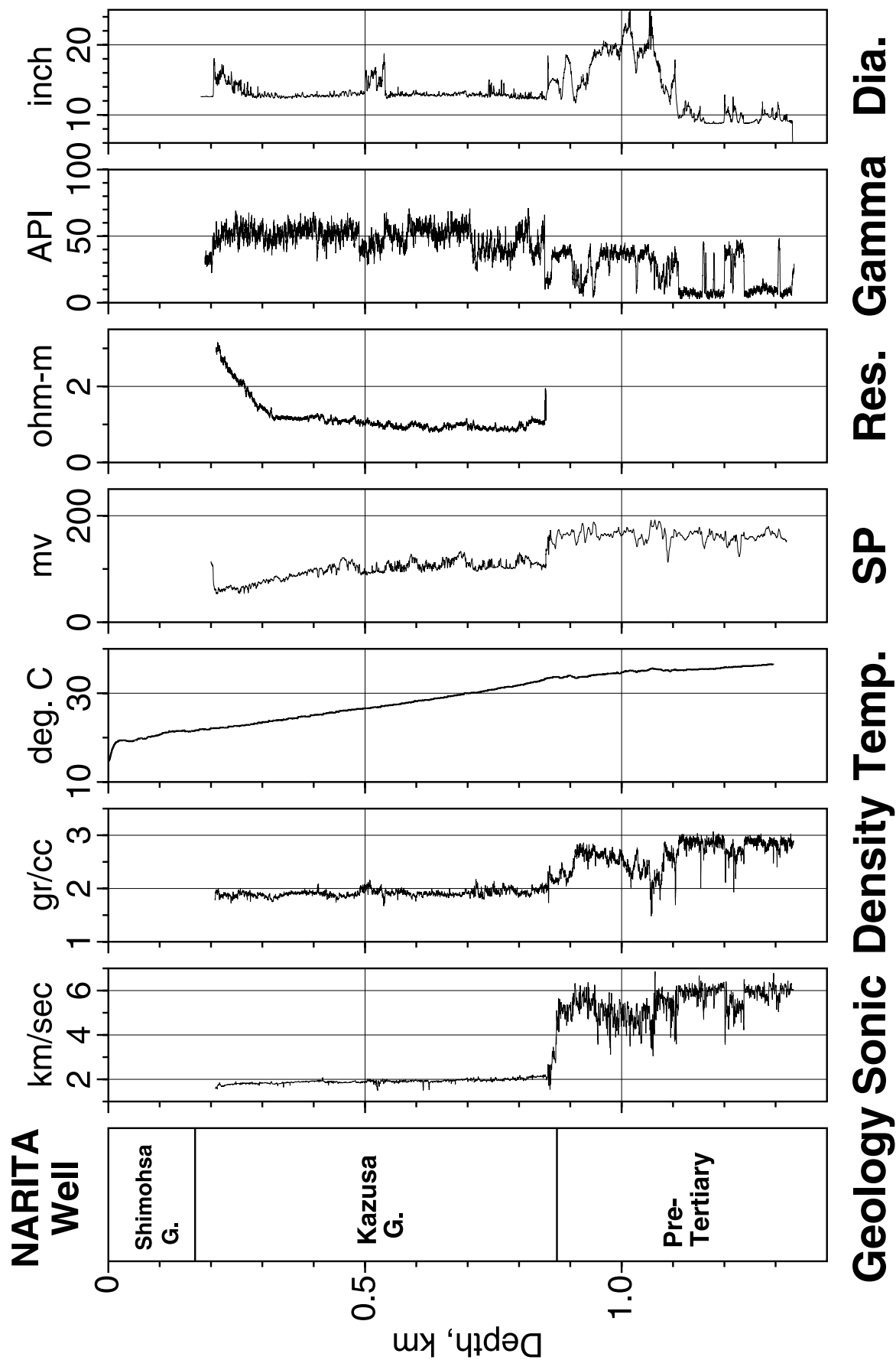


図 8.9 (2) 成田観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較

Fig. 8.9 (2) Well geology and line up of logging results of Narita well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.



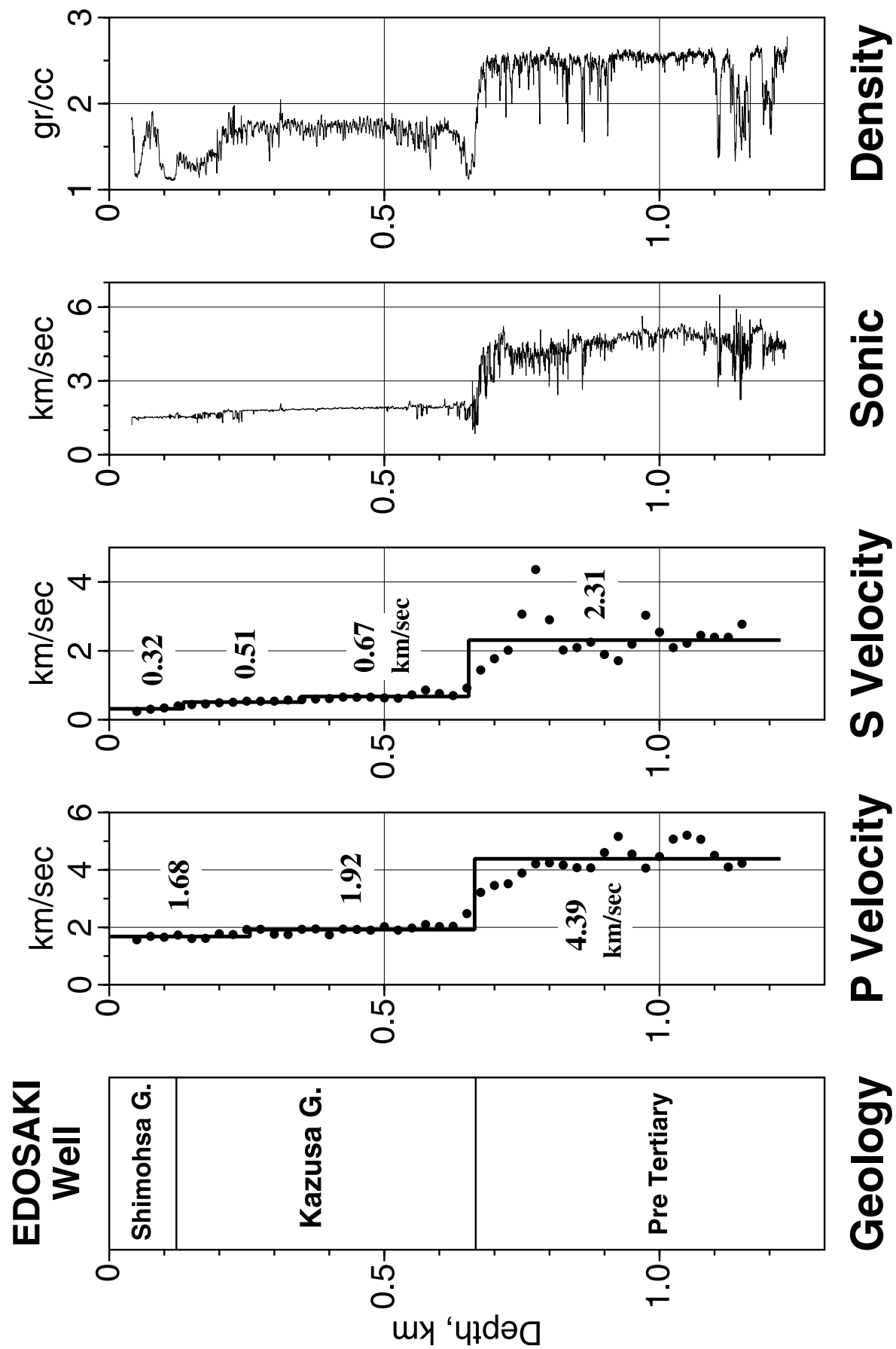


図 8.10 (1) 江戸崎観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.10 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Edosaki well.

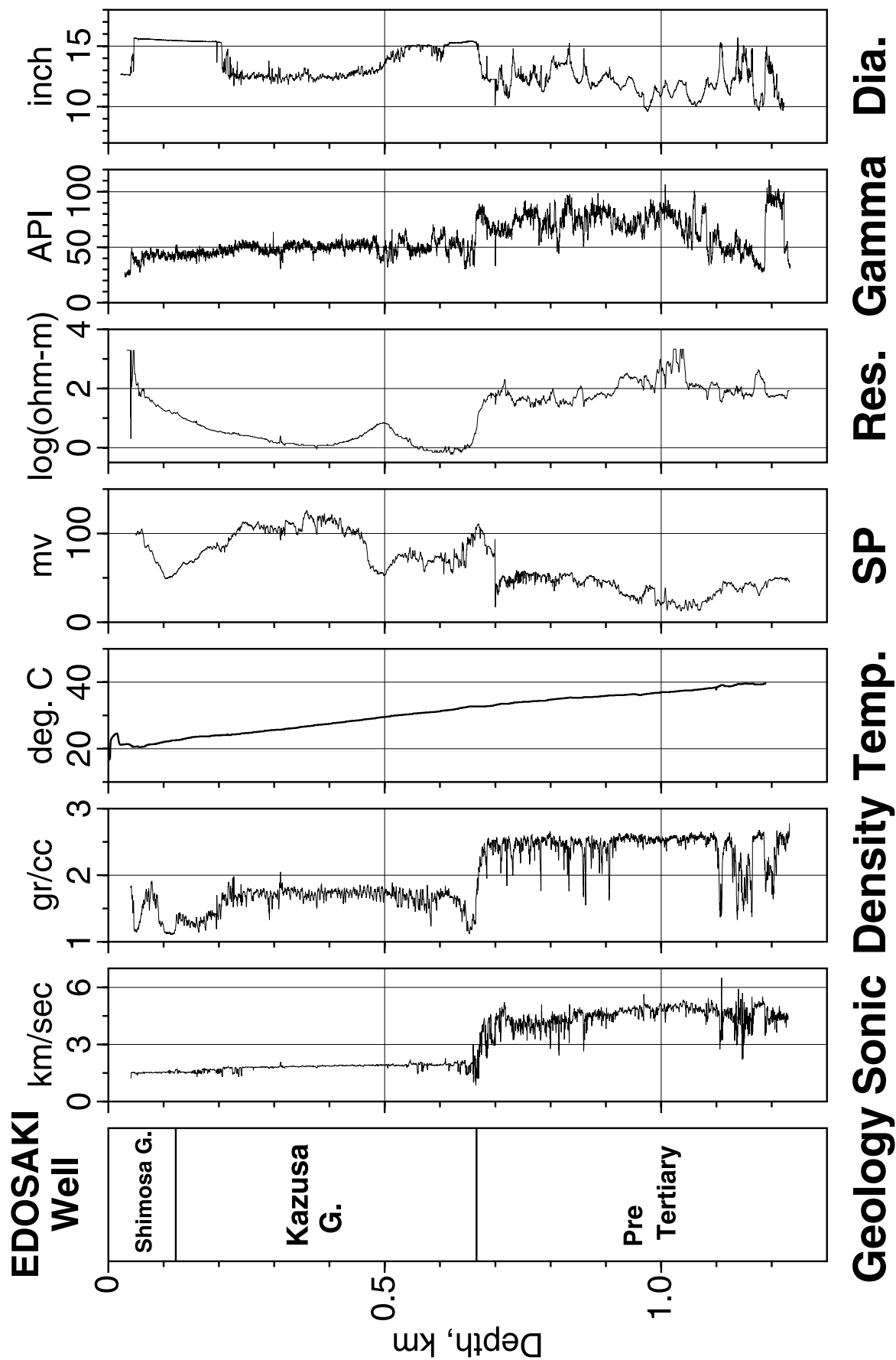


図 8.10 (2) 江戸崎観測井における孔井地質構造、音波速度、密度、温度、自然電位、比抵抗、トータルガンマ、および孔径検層結果の比較

Fig. 8.10 (2) Well geology and line up of logging results of Edosaki well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

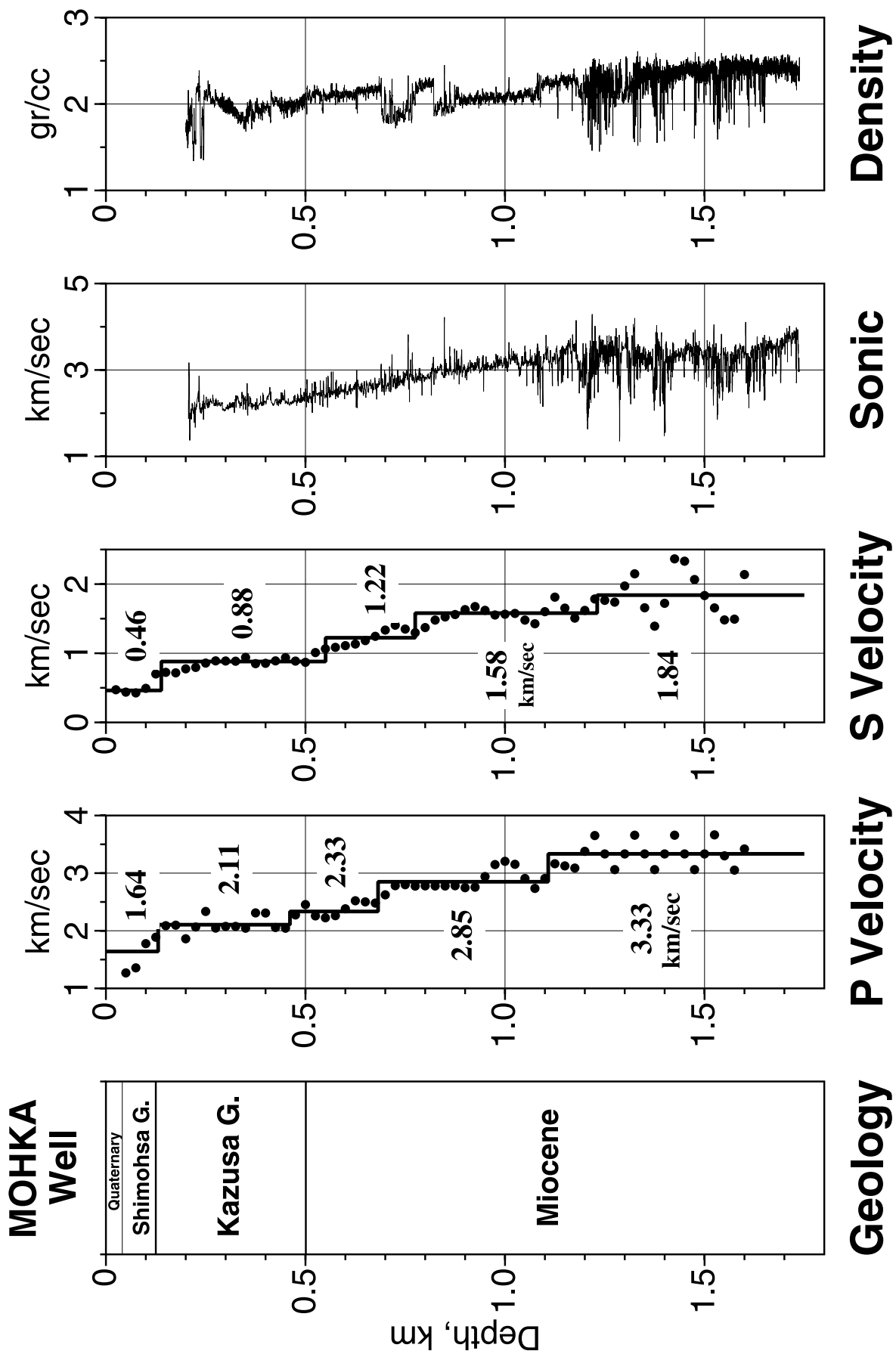


図 8.11 (1) 真岡観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.11 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Mohka well.

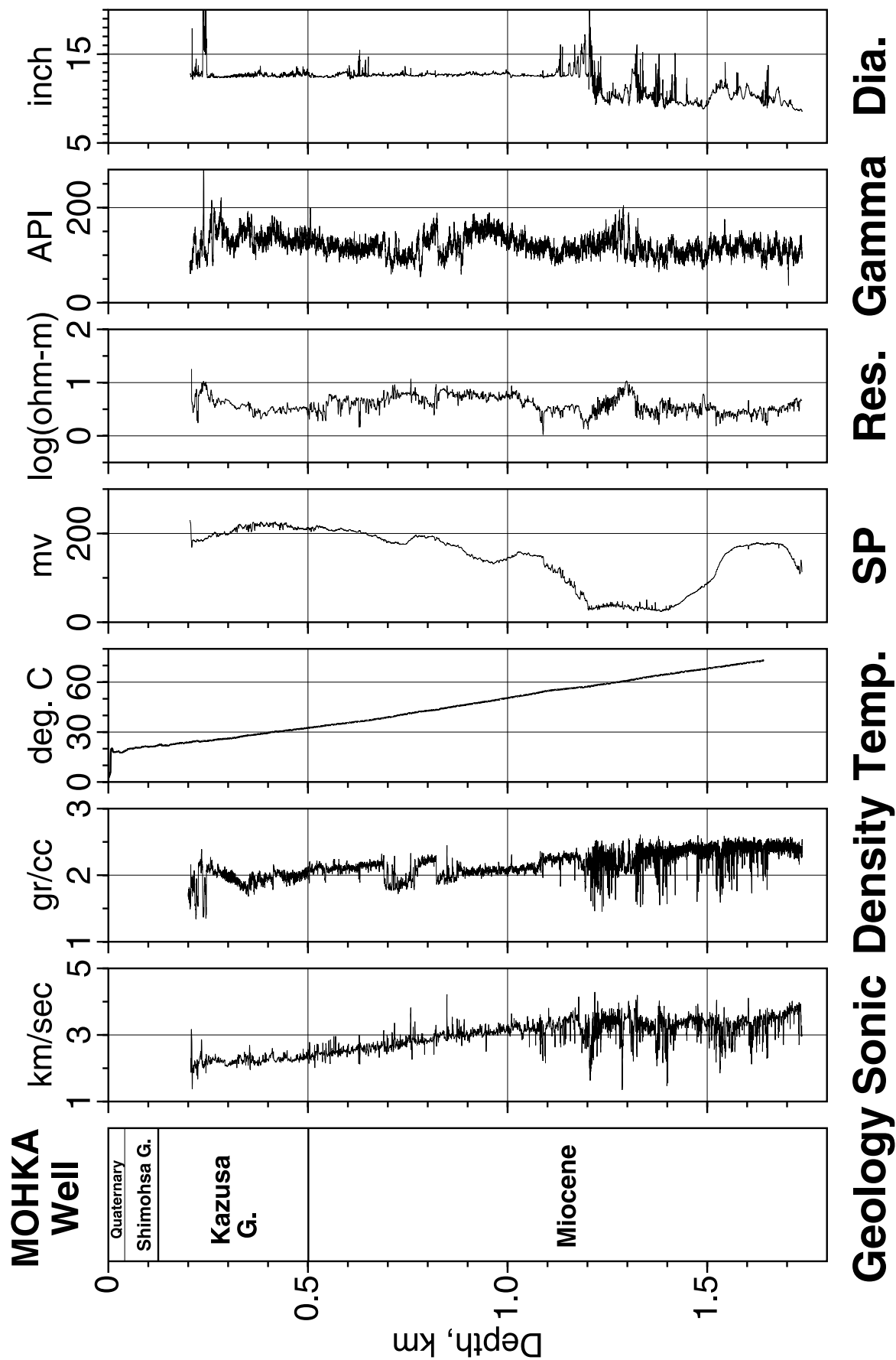


図 8.11 (2) 真岡観測井における孔井地質構造, 音波速度, 密度, 温度, 自然電位, 比抵抗, トータルガンマ, および孔径検層結果の比較

Fig. 8.11 (2) Well geology and line up of logging results of Mohka well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, total gamma, and caliper.

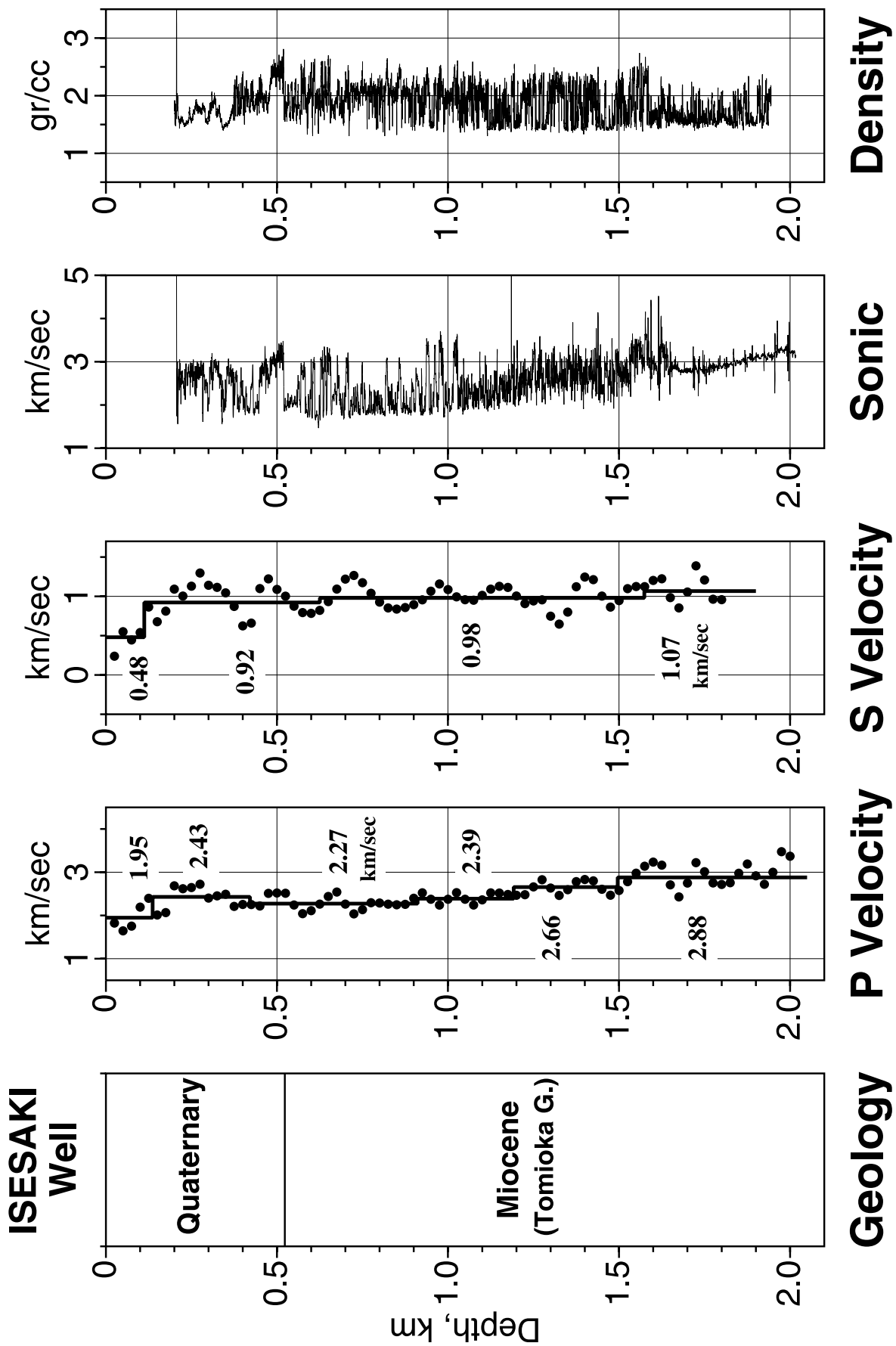


図 8.12 (1) 伊勢崎観測井における孔井地質構造, P 波速度構造, S 波速度構造, 音波検層, および密度検層結果の比較  
Fig. 8.12 (1) Comparison of the well geology, P and S wave velocity structure obtained by the VSP measurement, and sonic velocity and density logs of the Isesaki well.



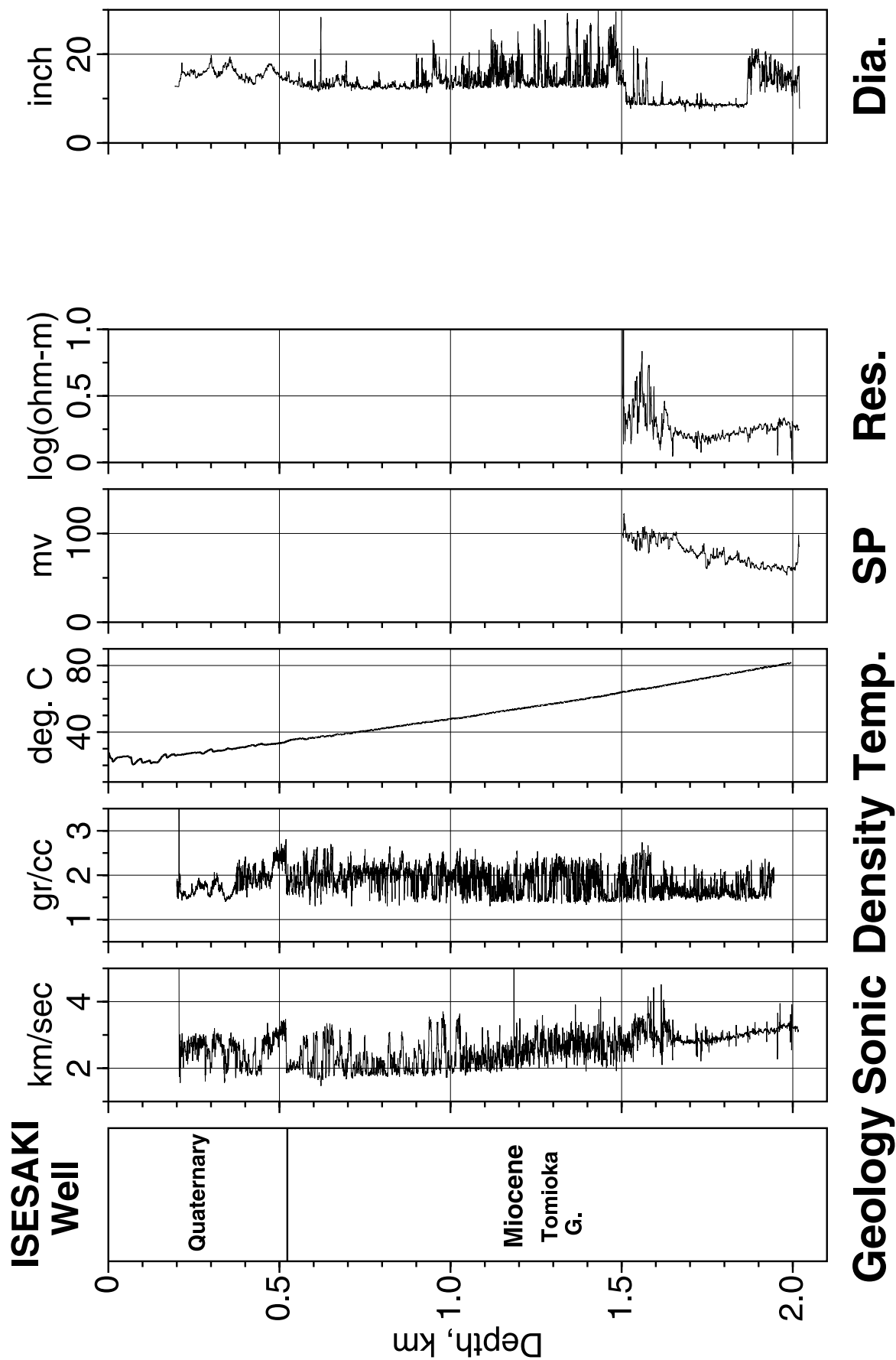


図 8.12 (2) 伊勢崎観測井における孔井地質構造、音波速度、密度、温度、自然電位、比抵抗、および孔径検層結果の比較  
Fig. 8.12 (2) Well geology and line up of logging results of Iesaki well. Log items are sonic velocity, density, temperature, spontaneous potential, resistivity, and caliper.

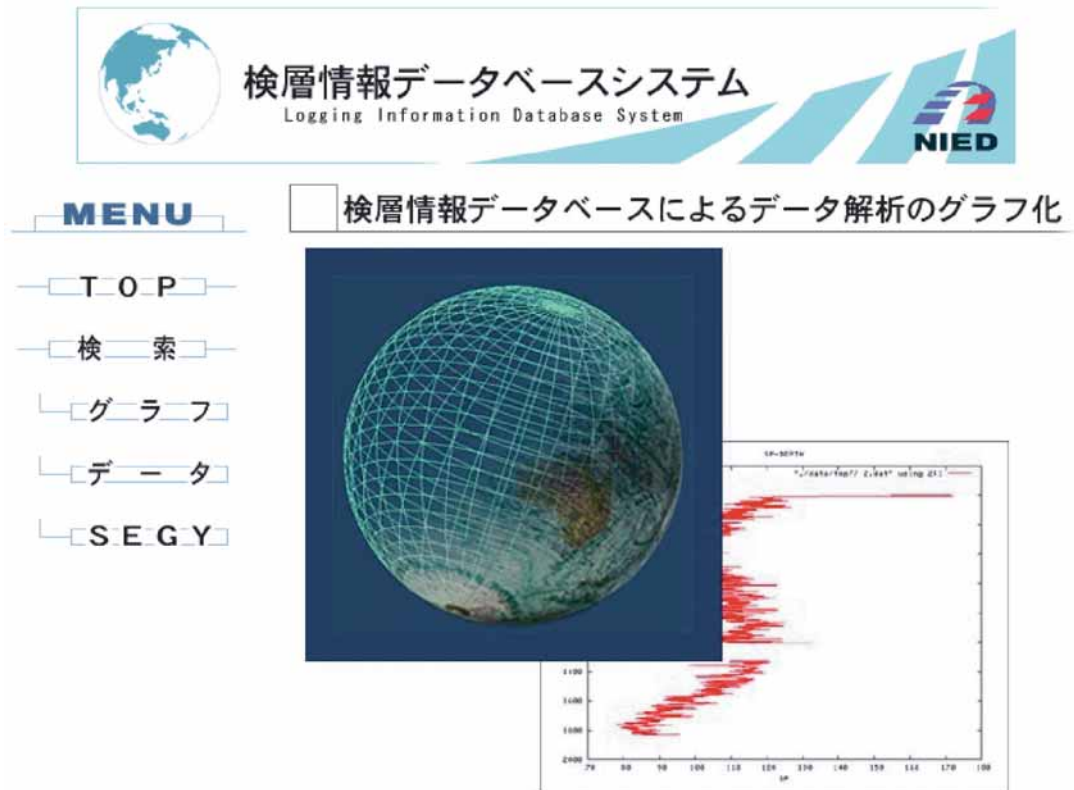


図 9.1 検層情報データベースユーザ用トップページのスナップショット

Fig. 9.1 Snapshot of the top web page of the well log database system.

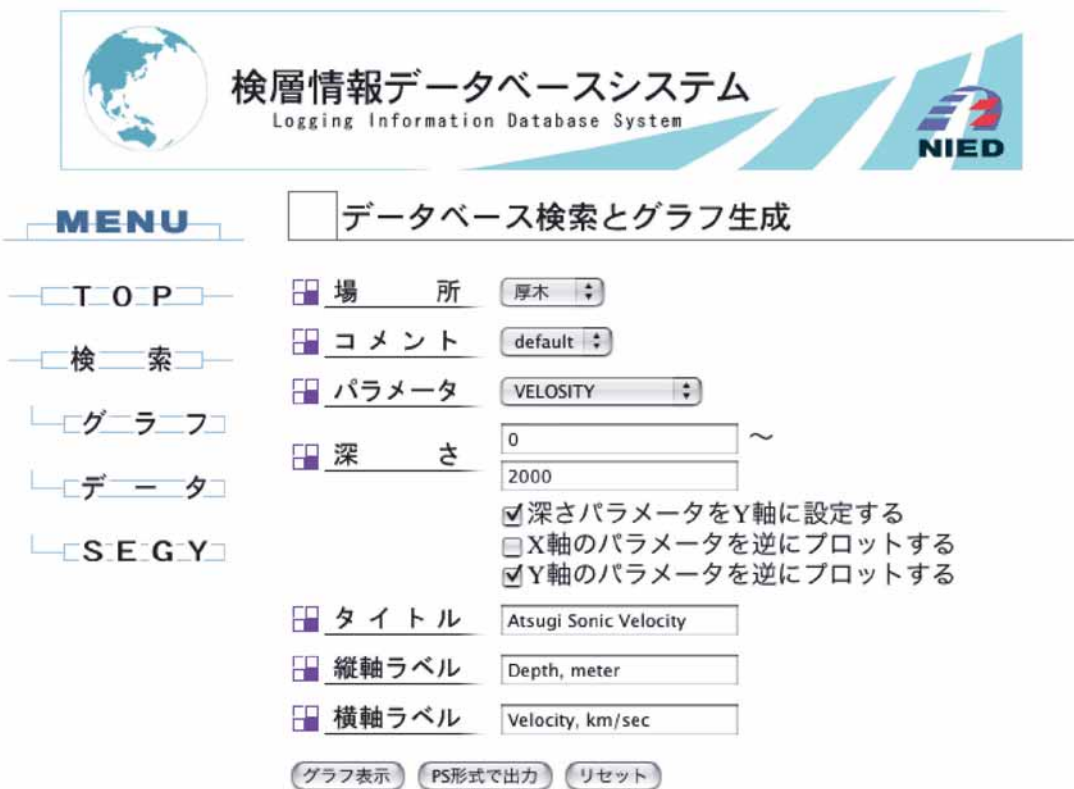
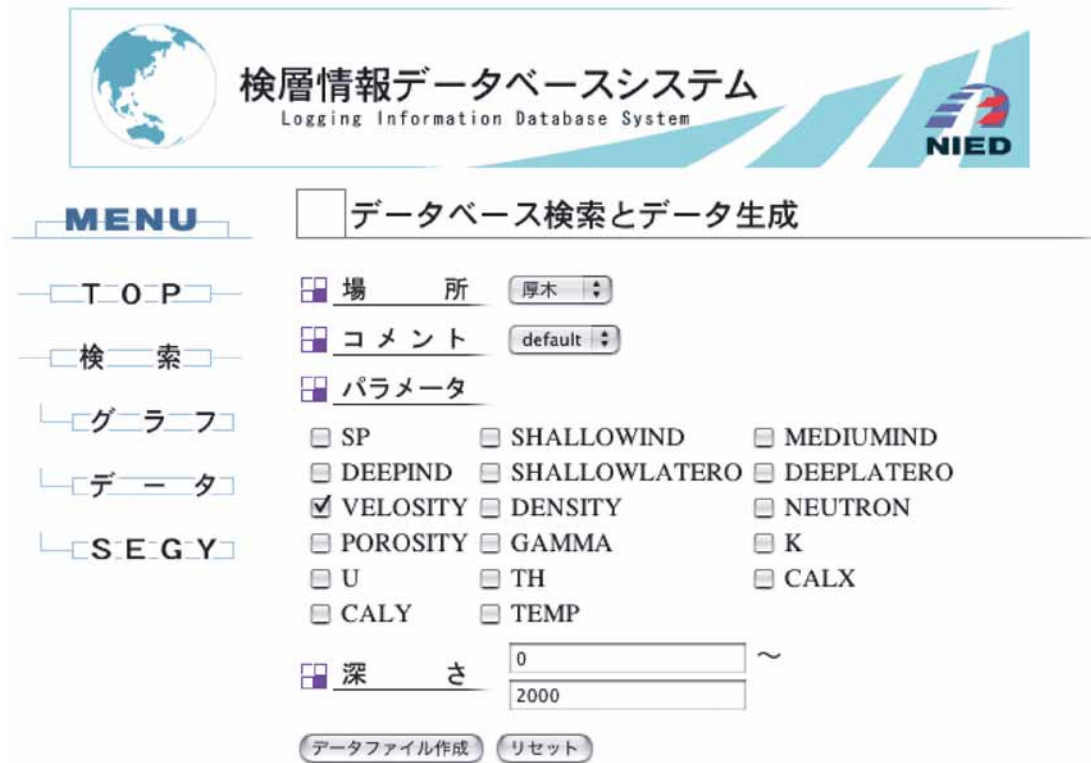


図 9.2 検層データ検索およびグラフ表示用ページのスナップショット

Fig. 9.2 Snapshot of web page for selecting and extracting log data, and plotting on graph.



**検層情報データベースシステム**  
Logging Information Database System

**MENU**

- TOP
- 検索
- グラフ
- データ
- SEG-Y

**データベース検索とデータ生成**

場所: 厚木

コメント: default

パラメータ

☐ SP
 ☐ SHALLOWIND
 ☐ MEDIUMIND  
☐ DEEPIND
 ☐ SHALLOWLATERO
 ☐ DEEPLATERO  
☒ VELOCITY
 ☐ DENSITY
 ☐ NEUTRON  
☐ POROSITY
 ☐ GAMMA
 ☐ K  
☐ U
 ☐ TH
 ☐ CALX  
☐ CALY
 ☐ TEMP

深さ: 0 ~ 2000

データファイル作成 リセット

図 9.3 検層データダウンロード用ページのスナップショット

Fig. 9.3 Snapshot of web page for downloading log data.



**検層情報データベースシステム**  
Logging Information Database System

**MENU**

- TOP
- 検索
- グラフ
- データ
- SEG-Y

**SEG-Yデータのダウンロード**

場所: 千葉

コメント: P-wave segy data

ダウンロード リセット

図 9.4 VSP 波形データ等ファイルのダウンロード用ページのスナップショット

Fig. 9.4 Snapshot of web page for downloading VSP waveform data file.

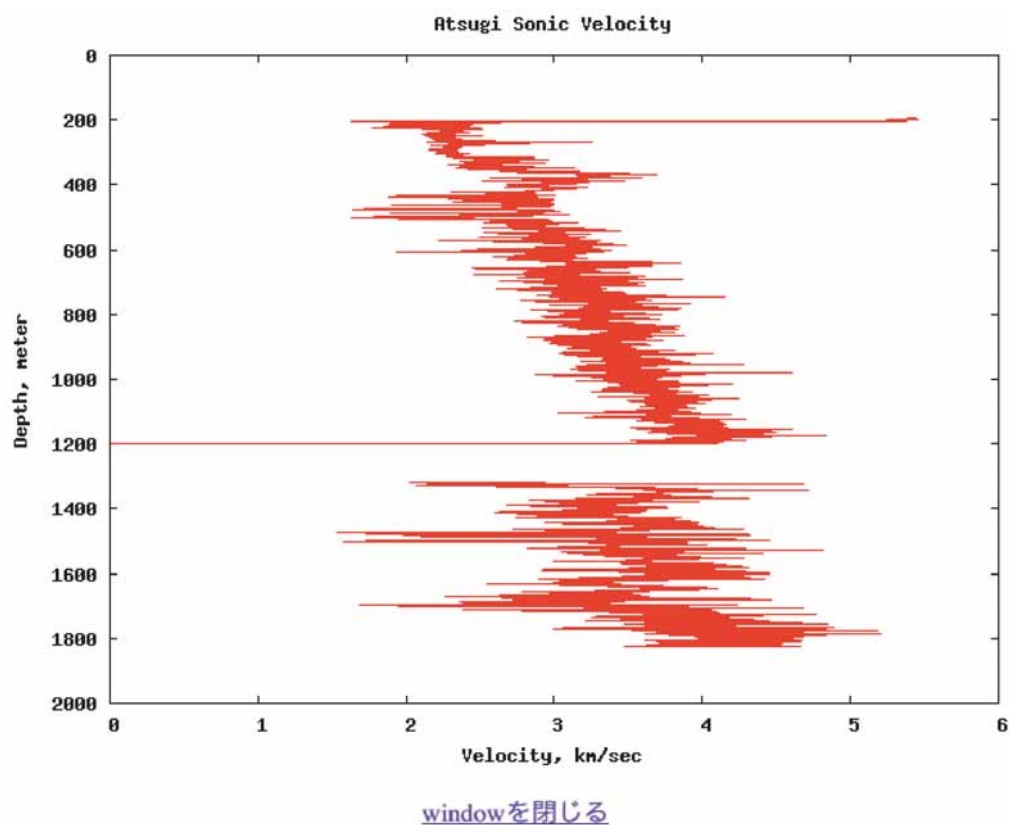


図 9.5 検層データグラフ表示のスナップショット

Fig. 9.5 Snapshot of web page for showing plotted graph, and downloading the graph as a postscript file.

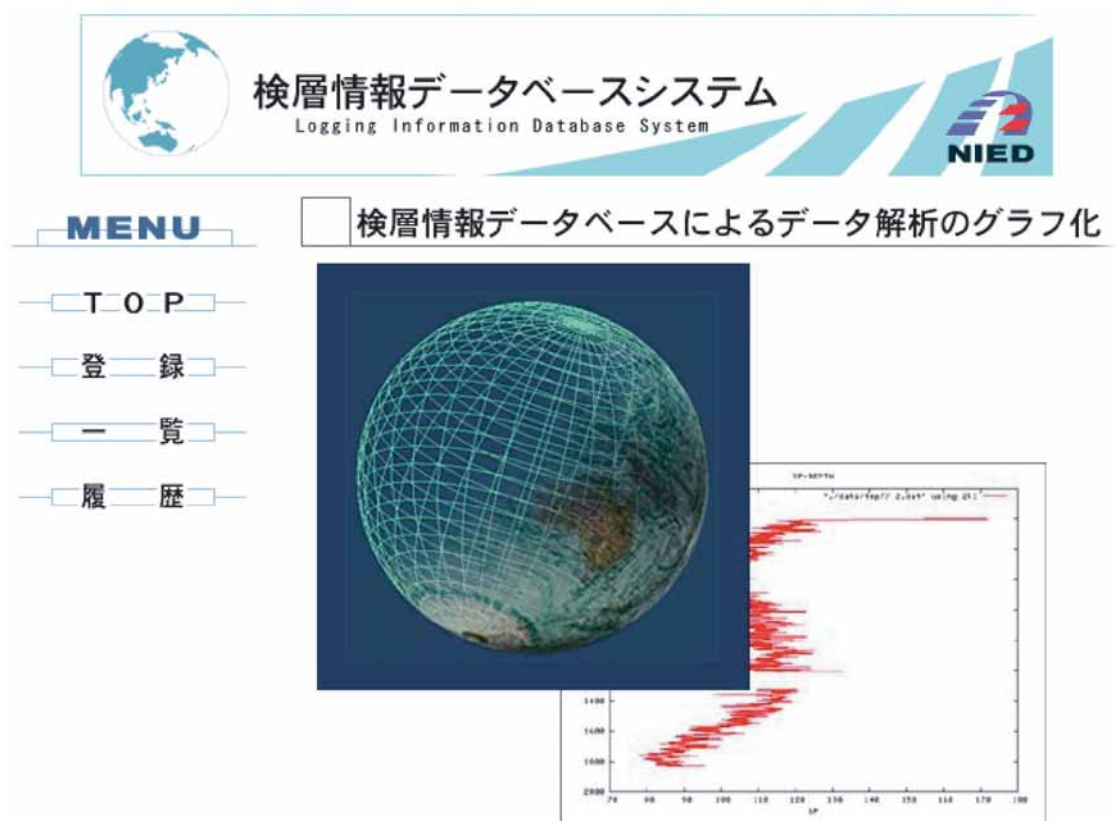


図 9.6 検層データ登録管理用トップページのスナップショット

Fig. 9.6 Snapshot of maintenance page for well log data registration.

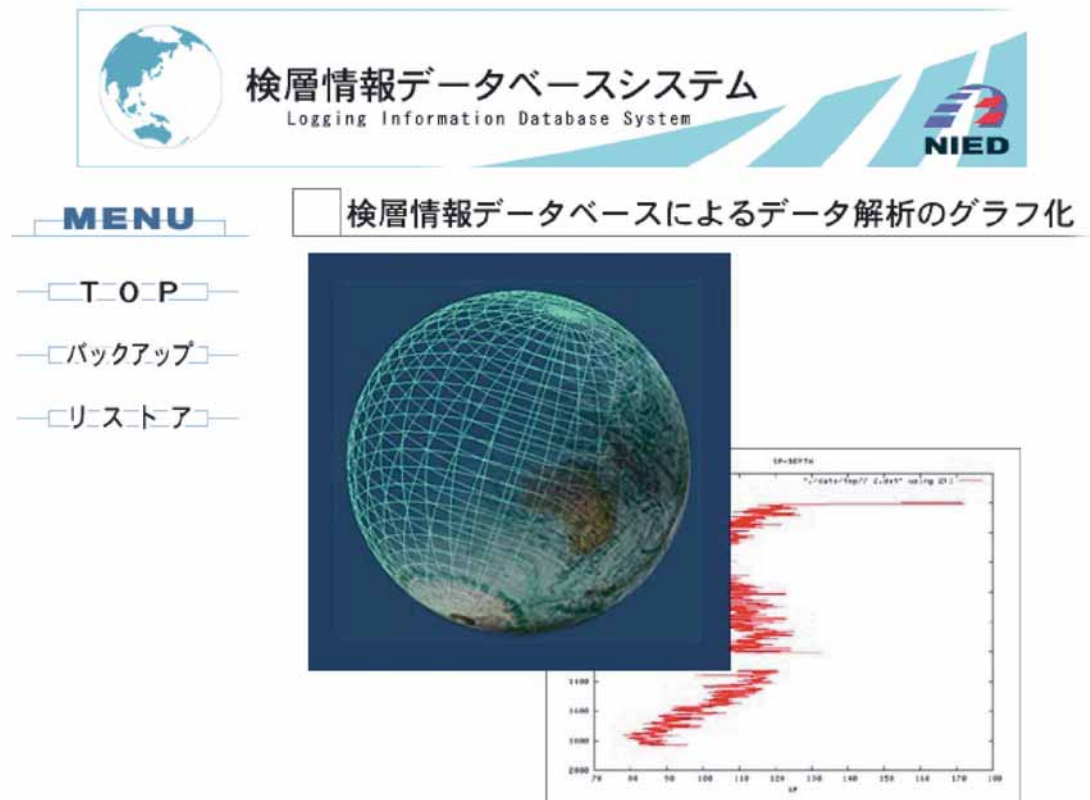


図 9.7 検層情報データベースバックアップ用ページのスナップショット

Fig. 9.7 Snapshot of maintenance page for backing up the whole log database.

表 2.1 厚木観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.1 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Atsugi well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.070	0.0195	0.0195	0.418	0.1119	0.1119	1.0642	1.4360	0.2218	0.2977
0.050	0.078	0.0392	0.0392	0.436	0.2117	0.2117	1.4306		0.2790	
0.075	0.086	0.0565	0.0565	0.460	0.2945	0.2945	1.4198		0.3262	
0.100	0.098	0.0743	0.0743	0.490	0.3642	0.3642	1.5106		0.4267	0.5870
0.125	0.108	0.0890	0.0890	0.508	0.4123	0.4123	1.9737	2.0477	0.6111	
0.150	0.116	0.1006	0.1006	0.526	0.4510	0.4510	1.9392		0.5862	
0.175	0.128	0.1149	0.1149	0.560	0.4980	0.4980	1.8927		0.5652	
0.200	0.138	0.1268	0.1268	0.590	0.5380	0.5380	1.9881		0.6285	
0.225	0.150	0.1401	0.1401	0.622	0.5775	0.5775	2.0450		0.6870	1.0351
0.250	0.160	0.1513	0.1513	0.648	0.6097	0.6097	2.0747		0.8921	
0.275	0.172	0.1642	0.1642	0.668	0.6349	0.6349	2.0819		0.9970	
0.300	0.182	0.1750	0.1750	0.690	0.6609	0.6609	2.3753		0.9640	
0.325	0.192	0.1856	0.1856	0.712	0.6862	0.6862	2.3238	3.1263	1.0359	
0.350	0.202	0.1962	0.1962	0.732	0.7089	0.7089	2.6155		1.1700	
0.375	0.210	0.2047	0.2047	0.750	0.7293	0.7293	3.0211		1.2376	1.7185
0.400	0.218	0.2131	0.2131	0.768	0.7493	0.7493	2.9762		1.3158	
0.425	0.226	0.2215	0.2215	0.784	0.7670	0.7670	2.9383		1.4925	
0.450	0.234	0.2298	0.2298	0.798	0.7825	0.7825	3.4762		1.9293	
0.475	0.240	0.2362	0.2362	0.808	0.7939	0.7939	3.5062		1.8965	
0.500	0.248	0.2444	0.2444	0.822	0.8090	0.8090	2.9618		1.8195	
0.525			0.2527			0.8208	3.0229		2.2264	
0.550	0.264	0.2608	0.2608	0.844	0.8329	0.8329	3.2408		1.6946	
0.575			0.2682			0.8504	3.4997	3.5344	1.3527	
0.600	0.278	0.2752	0.2752	0.878	0.8683	0.8683	3.5817		1.5586	
0.625			0.2822			0.8822	3.5377		1.9112	
0.650	0.292	0.2895	0.2895	0.904	0.8955	0.8955	3.1969		1.7458	
0.675			0.2978			0.9110	3.0041		1.5872	
0.700	0.308	0.3057	0.3057	0.934	0.9264	0.9264	3.5236		1.6869	
0.725			0.3120			0.9404	4.2553		1.8632	
0.750	0.320	0.3179	0.3179	0.960	0.9532	0.9532	3.9032		2.1106	2.0306
0.775			0.3249			0.9644	3.4722		2.2828	
0.800	0.334	0.3321	0.3321	0.982	0.9758	0.9758	3.4868		1.9693	
0.825			0.3392			0.9898	3.5563		1.7123	
0.850	0.348	0.3462	0.3462	1.010	1.0044	1.0044	3.5336		1.7630	
0.875			0.3533			1.0180	3.5173		1.8904	
0.900	0.362	0.3604	0.3604	1.036	1.0309	1.0309	3.5311		1.9960	
0.925			0.3675			1.0431	3.5545		2.0773	
0.950	0.376	0.3745	0.3745	1.060	1.0553	1.0553	3.4990		1.9433	
0.975			0.3817			1.0688	3.5108		1.8552	
1.000	0.390	0.3886	0.3886	1.086	1.0816	1.0816	3.8139	3.9431	2.1777	
1.025			0.3948			1.0918	4.1695		2.5577	
1.050	0.402	0.4007	0.4007	1.106	1.1020	1.1020	4.2955		2.2026	
1.075			0.4066			1.1147	4.2215		1.8761	
1.100	0.414	0.4127	0.4127	1.132	1.1282	1.1282	3.7764		1.8491	
1.125			0.4197			1.1415	3.4685		1.8951	
1.150	0.428	0.4268	0.4268	1.158	1.1545	1.1545	3.8110		1.9794	
1.175			0.4329			1.1668	4.2467		2.0855	
1.200	0.440	0.4389	0.4389	1.182	1.1787	1.1787	3.8344		2.0333	
1.225			0.4459			1.1913	3.4982		2.0202	
1.250	0.454	0.4529	0.4529	1.206	1.2029	1.2029	3.7736		2.4498	
1.275			0.4591			1.2119	4.1753		2.9042	
1.300	0.466	0.4650	0.4650	1.224	1.2211	1.2211	4.2918		2.3213	
1.325			0.4708			1.2336	4.2135		1.8743	
1.350	0.478	0.4770	0.4770	1.250	1.2472	1.2472	3.8314		1.8282	
1.375			0.4839			1.2606	3.5191		1.8894	
1.400	0.492	0.4911	0.4911	1.276	1.2734	1.2734	3.4130		2.1150	
1.425			0.4984			1.2844	3.4985		2.3348	
1.450	0.506	0.5051	0.5051	1.298	1.2955	1.2955	4.2918		2.0417	
1.475			0.5101			1.3089	5.2500		1.7911	
1.500	0.516	0.5152	0.5152	1.329	1.3228	1.3228	4.2159		1.8954	
1.525			0.5221			1.3353	3.4562		2.0273	
1.550	0.530	0.5292	0.5292	1.354	1.3481	1.3481	3.7341		1.7699	
1.575			0.5353			1.3633	4.2334		1.6248	
1.600	0.542	0.5412	0.5412	1.383	1.3778	1.3778	4.2409		2.0097	
1.625			0.5472			1.3882	4.1609		2.6233	
1.650	0.554	0.5532	0.5532	1.403	1.3980	1.3980	4.1459		2.2512	
1.675			0.5593			1.4106	4.1158		1.9142	
1.700	0.566	0.5653	0.5653	1.428	1.4233	1.4233	4.2418		2.1408	
1.725			0.5711			1.4339	4.2312		2.4265	
1.750	0.578	0.5773	0.5773	1.449	1.4445	1.4445	3.7711		2.2185	
1.775	0.588	0.5873	0.5873	1.466	1.4616	1.4616				
1.800			0.5917			1.4692				



表 2.2 横浜観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.2 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Yokohama well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.052	0.0218	0.0218	0.280	0.0907	0.0907				
0.050	0.060	0.0408	0.0408	0.290	0.1639	0.1639	1.6456	1.7140	0.3378	0.4515
0.075	0.068	0.0552	0.0552	0.318	0.2279	0.2279	1.7231		0.3569	
0.100	0.080	0.0704	0.0704	0.346	0.2795	0.2795	1.7094		0.4354	
0.125	0.092	0.0845	0.0845	0.378	0.3264	0.3264	1.6602		0.5160	
0.150	0.106	0.0997	0.0997	0.412	0.3705	0.3705	1.6602		0.5402	0.6690
0.175	0.114	0.1089	0.1089	0.434	0.4005	0.4005	2.1413		0.6964	
0.200	0.130	0.1255	0.1255	0.470	0.4415	0.4415	1.9634		0.7262	
0.225	0.142	0.1381	0.1381	0.506	0.4813	0.4813	1.6411	2.0000	0.6018	
0.250	0.154	0.1505	0.1505	0.540	0.5184	0.5184	2.0833		0.6509	
0.275	0.168	0.1649	0.1649	0.574	0.5548	0.5548	1.8439		0.6838	
0.300	0.180	0.1772	0.1772	0.608	0.5908	0.5908	1.8484		0.6879	
0.325	0.192	0.1894	0.1894	0.640	0.6244	0.6244	2.0994		0.7187	
0.350	0.206	0.2036	0.2036	0.672	0.6578	0.6578	1.8715		0.7468	0.8224
0.375	0.218	0.2158	0.2158	0.702	0.6891	0.6891	1.8692		0.7726	
0.400	0.230	0.2279	0.2279	0.732	0.7201	0.7201	2.0877		0.8069	
0.425	0.242	0.2401	0.2401	0.762	0.7510	0.7510	2.0576		0.8082	
0.450	0.254	0.2522	0.2522	0.792	0.7818	0.7818	2.0562		0.8104	
0.475	0.266	0.2643	0.2643	0.822	0.8125	0.8125	2.0964		0.8130	
0.500	0.280	0.2784	0.2784	0.852	0.8431	0.8431	1.8767		0.8140	
0.525			0.2898			0.8431	1.9233		0.8278	
0.550	0.302	0.3006	0.3006	0.910	0.9021	0.9021	2.3366		0.8503	
0.575			0.3135			0.9021	2.1280		0.8502	
0.600	0.328	0.3267	0.3267	0.968	0.9609	0.9609	1.8797		0.8482	
0.625			0.3391			0.9609	1.9463		0.8630	
0.650	0.352	0.3508	0.3508	1.024	1.0176	1.0176	2.0767	2.1787	0.8818	
0.675			0.3619			1.0176	2.0767		0.8818	
0.700	0.374	0.3729	0.3729	1.078	1.0722	1.0722	2.2026		0.9017	0.9942
0.725			0.3850			1.0722	2.2920		0.9181	
0.750	0.398	0.3970	0.3970	1.132	1.1267	1.1267	2.1636		0.9166	
0.775			0.4082			1.1267	2.0478		0.9159	
0.800	0.420	0.4190	0.4190	1.184	1.1791	1.1791	2.1515		0.9252	
0.825			0.4300			1.1791	2.2916		0.9487	
0.850	0.442	0.4411	0.4411	1.230	1.2255	1.2255	2.2894		1.0204	
0.875			0.4523			1.2255	2.2617	2.4285	1.0895	
0.900	0.464	0.4632	0.4632	1.278	1.2738	1.2738	2.2401		1.0741	
0.925			0.4735			1.2738	2.2498		1.0380	
0.950	0.484	0.4832	0.4832	1.328	1.3241	1.3241	2.3540		0.9787	
0.975			0.4921			1.3241	2.4957		0.9681	
1.000	0.502	0.5013	0.5013	1.362	1.3584	1.3584	2.7100		1.1988	
1.025			0.5122			1.3584	2.8264		1.5276	1.2390
1.050	0.524	0.5233	0.5233	1.404	1.4006	1.4006	2.4925		1.4104	
1.075			0.5333			1.4006	2.2254		1.1902	
1.100	0.544	0.5433	0.5433	1.458	1.4548	1.4548	2.3607		1.0042	
1.125			0.5544			1.4548	2.5465		0.9022	
1.150	0.566	0.5654	0.5654	1.504	1.5010	1.5010	2.3742		0.9579	
1.175			0.5756			1.5010	2.3742		0.9882	
1.200	0.586	0.5854	0.5854	1.542	1.5392	1.5392	2.3518		1.1846	
1.225			0.5952			1.5392	2.5187		1.3001	
1.250	0.606	0.6054	0.6054	1.572	1.5693	1.5693	2.5536		1.5557	
1.275			0.6166			1.5693	2.5219		1.7426	
1.300	0.628	0.6275	0.6275	1.614	1.6115	1.6115	2.3299	2.6674	1.3908	
1.325			0.6368			1.6115	2.2182		1.1421	
1.350	0.646	0.6455	0.6455	1.650	1.6476	1.6476	2.4694		1.2864	
1.375			0.6546			1.6476	2.8304		1.4599	
1.400	0.666	0.6655	0.6655	1.707	1.7047	1.7047	2.8225		1.1253	
1.425			0.6726			1.7047	2.7335		0.9212	
1.450	0.682	0.6815	0.6815	1.742	1.7398	1.7398	2.7748		1.0302	
1.475			0.6903			1.7398	2.8114		1.2805	
1.500	0.700	0.6995	0.6995	1.780	1.7779	1.7779	2.8349		1.3545	
1.525			0.7096			1.7779	2.8018		1.3214	
1.550	0.720	0.7196	0.7196	1.822	1.8200	1.8200	2.5933		1.2376	
1.575			0.7286			1.8200	2.4486		1.1750	
1.600	0.738	0.7376	0.7376	1.860	1.8581	1.8581	2.6233		1.2048	
1.625			0.7476			1.8581	2.8315		1.2904	
1.650	0.758	0.7576	0.7576	1.888	1.8862	1.8862	2.6330		1.6388	
1.675			0.7668			1.8862	2.4619		1.9462	
1.700	0.776	0.7756	0.7756	1.938	1.9362	1.9362	2.6042		1.2613	
1.725			0.7844			1.9362	2.7998		0.9452	
1.750	0.794	0.7936	0.7936	1.972	1.9703	1.9703	2.8409		1.1508	
1.775			0.8036			1.9703	2.7998		1.5568	
1.800	0.814	0.8136	0.8136	2.014	2.0123	2.0123	2.6042		1.3643	
1.825			0.8226			2.0123	2.4619		1.1657	
1.850	0.832	0.8316	0.8316	2.054	2.0524	2.0524	2.6330		1.1950	
1.875			0.8417			2.0524	2.8315		1.2526	
1.900	0.852	0.8517	0.8517	2.094	2.0925	2.0925	2.6233		1.2652	
1.925			0.8607			2.0925	2.4448		1.2588	
1.950	0.870	0.8697	0.8697	2.138	2.1365	2.1365	2.6275		1.1609	
1.975			0.8795			2.1365	2.8274		1.1130	
2.000	0.886	0.8857	0.8857	2.166	2.1645	2.1645	2.6604		1.2574	
							2.2539			

表 2.3 西野原観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.3 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Nishinohara well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.032	0.0205	0.0205	0.104	0.0666	0.0666	1.3316	2.1626	0.4646	0.8585
0.050	0.040	0.0343	0.0343	0.122	0.1046	0.1046	2.3274		0.8979	
0.075	0.048	0.0446	0.0446	0.140	0.1300	0.1300	2.3678		0.9990	
0.100	0.058	0.0556	0.0556	0.162	0.1552	0.1552	2.5316	3.1215	1.2723	
0.125	0.066	0.0642	0.0642	0.176	0.1711	0.1711	3.0675		1.1886	1.4455
0.150	0.074	0.0726	0.0726	0.202	0.1976	0.1976	2.6455		1.0530	
0.175	0.084	0.0828	0.0828	0.220	0.2168	0.2168	2.6714		1.3902	
0.200	0.092	0.0910	0.0910	0.239	0.2359	0.2359	3.1315		1.0608	
0.225	0.100	0.0991	0.0991	0.264	0.2617	0.2617	3.0896		1.2970	
0.250	0.108	0.1072	0.1072	0.276	0.2740	0.2740	3.0242		1.9455	
0.275	0.116	0.1153	0.1153	0.292	0.2903	0.2903	3.6900		1.2870	
0.300	0.122	0.1214	0.1214	0.312	0.3105	0.3105	3.0457		1.7472	
0.325	0.132	0.1314	0.1314	0.322	0.3206	0.3206	3.0426		1.4634	
0.350	0.138	0.1375	0.1375	0.346	0.3447	0.3447	3.7221		1.2300	
0.375	0.146	0.1455	0.1455	0.360	0.3589	0.3589	3.0426		1.9737	
0.400	0.154	0.1536	0.1536	0.374	0.3730	0.3730	3.0395		1.3135	
0.425	0.162	0.1616	0.1616	0.396	0.3950	0.3950	3.5800		1.4815	
0.450	0.168	0.1676	0.1676	0.406	0.4051	0.4051	4.2433	5.5077	3.2120	3.3529
0.475	0.174	0.1737	0.1737	0.414	0.4132	0.4132	4.0705		2.4640	
0.500	0.180	0.1797	0.1797	0.426	0.4252	0.4252	4.5182		2.2979	
0.525			0.1847			0.4340	5.3836		3.2388	
0.550	0.190	0.1892	0.1892	0.442	0.4413	0.4413	5.4461		3.3277	
0.575			0.1940			0.4494	5.1894		3.0439	
0.600	0.200	0.1998	0.1988	0.460	0.4594	0.4577	5.0592		2.9004	
0.625			0.2038			0.4666	4.9690		2.7754	
0.650	0.209	0.2088	0.2088	0.476	0.4755	0.4755	5.1775		2.8880	
0.675			0.2135			0.4838	5.5440		3.1290	
0.700	0.218	0.2178	0.2178	0.492	0.4915	0.4915	6.1007		3.3640	
0.725			0.2217			0.4987	6.4304		3.5718	
0.750	0.226	0.2258	0.2258	0.506	0.5056	0.5056	5.4945		3.6101	
0.775			0.2308			0.5126	4.8440		3.5693	
0.800	0.236	0.2358	0.2358	0.520	0.5196	0.5196	5.5617		3.5587	
0.825			0.2398			0.5267	6.5288		3.5360	
0.850	0.244	0.2438	0.2438	0.534	0.5337	0.5337	5.5188		3.6075	
0.875			0.2488			0.5406	4.7858		3.6166	
0.900	0.254	0.2539	0.2539	0.548	0.5477	0.5477	5.5187		3.2916	
0.925			0.2579			0.5557	6.5288		3.0749	
0.950	0.262	0.2619	0.2619	0.564	0.5637	0.5637	5.5617		3.2489	
0.975			0.2669			0.5710	4.8381		3.5672	
1.000	0.272	0.2719	0.2719	0.578	0.5777	0.5777	5.5556		4.0129	
1.025			0.2759			0.5836	6.5217		4.2638	
1.050	0.280	0.2799	0.2799	0.590	0.5898	0.5898	5.5556		3.6337	
1.075			0.2849			0.5974	4.8448		3.0818	
1.100	0.290	0.2899	0.2899	0.606	0.6058	0.6058	5.4925		2.9539	
1.125			0.2940			0.6143	6.4283		2.9339	
1.150	0.298	0.2979	0.2979	0.623	0.6228	0.6228	6.1090		2.9477	
1.175			0.3022			0.6312	5.4995		3.0157	
1.200	0.306	0.3059	0.3068	0.638	0.6378	0.6395	5.5614		3.0066	

表 2.4 所沢観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.4 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Tokorozawa well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.038	0.0221	0.0221	0.134	0.0858	0.0858	1.2300	1.9231		0.5592
0.050	0.052	0.0426	0.0426	0.174	0.1492	0.1492	1.3245		0.4966	
0.075	0.064	0.0580	0.0580	0.212	0.1968	0.1968	2.1053		0.5215	
0.100	0.072	0.0680	0.0680	0.258	0.2471	0.2471	2.1475		0.5197	
0.125	0.086	0.0828	0.0828	0.302	0.2937	0.2937	1.4238		0.4915	
0.150	0.104	0.1013	0.1013	0.354	0.3471	0.3471	1.5385		0.5343	
0.175	0.116	0.1137	0.1137	0.392	0.3864	0.3864	3.0120		0.6569	
0.200	0.122	0.1202	0.1202	0.432	0.4272	0.4272	2.5359		0.5357	
0.225	0.136	0.1344	0.1344	0.482	0.4778	0.4778	1.6648		0.5410	
0.250	0.150	0.1486	0.1486	0.522	0.5183	0.5183	1.9255		0.6206	
0.275	0.162	0.1607	0.1607	0.564	0.5607	0.5607	1.9342		0.5514	
0.300	0.176	0.1748	0.1748	0.610	0.6070	0.6070	1.7321		0.6103	
0.325	0.190	0.1889	0.1889	0.646	0.6433	0.6433	1.9084		0.6237	0.6722
0.350	0.202	0.2010	0.2010	0.690	0.6875	0.6875	2.1231		0.6144	
0.375	0.214	0.2131	0.2131	0.726	0.7237	0.7237	1.9169		0.6810	
0.400	0.228	0.2271	0.2271	0.764	0.7619	0.7619	1.7381		0.6729	
0.425	0.242	0.2412	0.2412	0.800	0.7980	0.7980	1.9405		0.6772	
0.450	0.254	0.2532	0.2532	0.838	0.8361	0.8361	1.9157		0.6523	
0.475	0.268	0.2673	0.2673	0.876	0.8743	0.8743	1.9021		0.6523	
0.500	0.280	0.2793	0.2793	0.914	0.9124	0.9124	2.0321		0.6711	
0.525			0.2923			0.9485	1.8904		0.7139	
0.550	0.306	0.3054	0.3054	0.984	0.9825	0.9825	1.9884		0.7555	0.8223
0.575			0.3174			1.0149	2.1152		0.7853	
0.600	0.330	0.3294	0.3294	1.048	1.0467	1.0467	1.9960		0.7673	
0.625			0.3424			1.0801	1.8921		0.7495	
0.650	0.356	0.3555	0.3555	1.114	1.1128	1.1128	1.9802	2.1589	0.7875	
0.675			0.3676			1.1435	2.0994		0.8362	
0.700	0.380	0.3795	0.3795	1.174	1.1729	1.1729	2.0964		0.8547	
0.725			0.3916			1.2021	2.0734		0.8627	
0.750	0.404	0.4036	0.4036	1.232	1.2310	1.2310	2.0610		0.8547	
0.775			0.4158			1.2605	2.0718		0.8540	
0.800	0.428	0.4276	0.4276	1.290	1.2891	1.2891	2.1749		0.9073	
0.825			0.4387			1.3156	2.2872		0.9684	1.0802
0.850	0.450	0.4496	0.4496	1.342	1.3412	1.3412	2.2946		0.9645	
0.875			0.4606			1.3675	2.2736		0.9566	
0.900	0.472	0.4716	0.4716	1.394	1.3932	1.3932	2.2462	2.4560	0.9872	
0.925			0.4828			1.4180	2.2466		1.0366	
0.950	0.494	0.4937	0.4937	1.442	1.4413	1.4413	2.3742		1.1148	
0.975			0.5039			1.4629	2.5157		1.1933	
1.000	0.514	0.5137	0.5137	1.484	1.4833	1.4833	2.5523		1.2739	
1.025			0.5235			1.5026	2.5177		1.2788	
1.050	0.534	0.5337	0.5337	1.524	1.5234	1.5234	2.3585		1.0716	
1.075			0.5447			1.5491	2.2438		0.9349	
1.100	0.556	0.5557	0.5557	1.576	1.5754	1.5754	2.3585		1.0250	
1.125			0.5658			1.5977	2.5209		1.1623	
1.150	0.576	0.5757	0.5757	1.620	1.6194	1.6194	2.5265		1.1096	
1.175			0.5857			1.6430	2.4979		1.0345	
1.200	0.596	0.5957	0.5957	1.668	1.6675	1.6675	2.4925		1.0068	
1.225			0.6058			1.6925	2.4858		0.9975	
1.250	0.616	0.6158	0.6158	1.718	1.7175	1.7175	2.4925		1.0004	
1.275			0.6258			1.7422	2.5054		1.0324	
1.300	0.636	0.6358	0.6358	1.766	1.7655	1.7655	2.4667		1.1479	
1.325			0.6460			1.7859	2.4755		1.2703	
1.350	0.656	0.6558	0.6558	1.806	1.8056	1.8056	2.6943		1.2229	
1.375			0.6646			1.8269	2.8847	2.9499	1.1744	
1.400	0.670	0.6698	0.6733	1.840	1.8396	1.8477	2.8267		1.2289	1.4107
1.425			0.6824			1.8676	2.7211		1.2678	
1.450	0.692	0.6918	0.6918	1.888	1.8876	1.8876	2.5338		1.2014	
1.475			0.7020			1.9091	2.4532		1.1685	
1.500	0.712	0.7118	0.7118	1.930	1.9296	1.9296	2.7562		1.3241	
1.525			0.7201			1.9469	3.1849		1.5172	
1.550	0.728	0.7278	0.7278	1.964	1.9636	1.9636	3.2051		1.3665	
1.575			0.7358			1.9833	3.1153		1.2613	
1.600	0.744	0.7438	0.7438	2.002	2.0016	2.0016	3.1250		1.7088	
1.625			0.7518			2.0131	3.1201		2.3486	
1.650	0.760	0.7598	0.7598	2.026	2.0257	2.0257	3.1645		1.4100	
1.675			0.7677			2.0484	3.1529		1.0173	
1.700	0.776	0.7758	0.7758	2.072	2.0717	2.0717	2.9412		1.3161	
1.725			0.7846			2.0862	2.7603		1.9593	
1.750	0.794	0.7938	0.7938	2.100	2.0997	2.0997	2.7146		1.5218	
1.775			0.8030			2.1193	2.7527		1.2023	
1.800	0.812	0.8118	0.8118	2.140	2.1397	2.1397	3.0048		1.3314	
1.825			0.8197			2.1566	3.2468		1.5407	
1.850	0.828	0.8279	0.8276	2.174	2.1737	2.1730	2.9363		1.4554	
1.875			0.8367			2.1911	2.6744		1.3500	
1.900	0.846	0.8459	0.8459	2.210	2.2097	2.2097	2.8480		1.3580	
1.925			0.8542			2.2278	3.1488		1.3896	
1.950	0.862	0.8619	0.8619	2.246	2.2457	2.2457	3.2911		1.4129	
1.975			0.8694			2.2633				
2.000	0.874	0.8739	0.8769	2.274	2.2737	2.2807				

表 2.5 日高観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.5 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Hidaka well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.042	0.0207	0.0207	0.162	0.0748	0.0748	1.0945	1.8099	0.2622	0.5903
0.050	0.052	0.0390	0.0390	0.202	0.1457	0.1457	1.6313		0.4682	
0.075	0.062	0.0535	0.0535	0.228	0.1920	0.1920	1.7534		0.5862	
0.100	0.074	0.0677	0.0677	0.260	0.2344	0.2344	1.9920		0.6300	
0.125	0.084	0.0792	0.0792	0.292	0.2726	0.2726	1.9317		0.6402	
0.150	0.098	0.0940	0.0940	0.330	0.3143	0.3143	1.6685		0.5417	
0.175	0.112	0.1086	0.1086	0.376	0.3626	0.3626	1.6988		0.5715	
0.200	0.126	0.1231	0.1231	0.412	0.4006	0.4006	1.8450	2.1059	0.6713	0.7733
0.225	0.138	0.1354	0.1354	0.448	0.4381	0.4381	2.2693		0.7065	
0.250	0.148	0.1458	0.1458	0.480	0.4714	0.4714	2.2438		0.7655	
0.275	0.160	0.1580	0.1580	0.512	0.5044	0.5044	2.0229		0.7250	
0.300	0.172	0.1702	0.1702	0.546	0.5391	0.5391	2.0590		0.8174	
0.325	0.184	0.1823	0.1823	0.572	0.5659	0.5659	2.0298		0.8726	1.0011
0.350	0.196	0.1945	0.1945	0.602	0.5964	0.5964	2.2405	2.4432	0.9479	
0.375	0.206	0.2046	0.2046	0.624	0.6190	0.6190	2.5189		0.9862	
0.400	0.216	0.2147	0.2147	0.652	0.6474	0.6474	2.4752		0.9743	
0.425	0.226	0.2248	0.2248	0.674	0.6697	0.6697	2.4752		1.0784	
0.450	0.236	0.2349	0.2349	0.698	0.6941	0.6941	2.5147		1.1610	
0.475	0.246	0.2450	0.2450	0.718	0.7144	0.7144	2.2340		0.9464	
0.500	0.258	0.2570	0.2570	0.750	0.7466	0.7466	2.2010		0.8205	
0.525			0.2673			0.7727	2.5532		1.0567	1.1273
0.550	0.278	0.2771	0.2771	0.798	0.7950	0.7950	2.3866		1.1230	
0.575			0.2883			0.8177	2.2107		1.1217	
0.600	0.300	0.2992	0.2992	0.842	0.8393	0.8393	2.4863		1.1982	
0.625			0.3084			0.8597	2.8315		1.2390	
0.650	0.318	0.3173	0.3173	0.910	0.8804	0.8804	2.6824		1.1120	
0.675			0.3271			0.9044	2.4751		1.0366	
0.700	0.338	0.3373	0.3373	0.954	0.9271	0.9271	2.4938		1.2782	
0.725			0.3472			0.9438	2.5094		1.5369	
0.750	0.358	0.3574	0.3574	0.982	0.9574	0.9615	2.3529		1.2300	
0.775			0.3684			0.9846	2.2455		1.0210	
0.800	0.380	0.3794	0.3794	1.032	1.0095	1.0095	2.3529		1.0090	
0.825			0.3896			1.0337	2.5033		1.0438	
0.850	0.400	0.3995	0.3995	1.078	1.0571	1.0571	2.5432		1.1314	
0.875			0.4094			1.0780	2.5126		1.2232	
0.900	0.420	0.4195	0.4195	1.118	1.0986	1.0986	2.4050		1.1862	
0.925			0.4302			1.1205	2.2751	2.1313	1.1106	
0.950	0.442	0.4415	0.4415	1.162	1.1438	1.1438	2.1377		1.0136	
0.975			0.4535			1.1695	2.0640		0.9606	
1.000	0.466	0.4655	0.4655	1.212	1.1949	1.1949	2.1313		1.0500	
1.025			0.4768			1.2170	2.2635	2.5006	1.1804	
1.050	0.488	0.4876	0.4876	1.254	1.2379	1.2379	2.3969		1.1871	
1.075			0.4978			1.2594	2.5157		1.1566	
1.100	0.508	0.5076	0.5076	1.292	1.2767	1.2812	2.5265		1.1229	
1.125			0.5176			1.3037	2.4967		1.1140	
1.150	0.528	0.5276	0.5276	1.340	1.3256	1.3256	2.5000		1.1943	
1.175			0.5376			1.3456	2.5024		1.2950	
1.200	0.550	0.5496	0.5476	1.382	1.3684	1.3646	2.4809		1.3002	1.3771
1.225			0.5577			1.3841	2.4867		1.2872	
1.250	0.568	0.5676	0.5676	1.416	1.4031	1.4031	2.5902	2.7739	1.3764	
1.275			0.5770			1.4205	2.7533		1.4649	
1.300	0.586	0.5857	0.5857	1.450	1.4378	1.4378	3.0391		1.3752	
1.325			0.5936			1.4569	3.2118		1.2842	
1.350	0.602	0.6017	0.6017	1.488	1.4763	1.4763	2.7793		1.3130	
1.375			0.6116			1.4949	2.4448		1.3616	
1.400	0.622	0.6217	0.6217	1.524	1.5131	1.5131	2.5773		1.3911	
1.425			0.6309			1.5310	2.8077		1.3941	
1.450	0.640	0.6397	0.6397	1.560	1.5494	1.5494	2.8090		1.2660	
1.475			0.6487			1.5701	2.7739		1.2258	
1.500	0.658	0.6577	0.6577	1.596	1.5858	1.5890	2.7778		1.5325	
1.525			0.6667			1.6032	2.7778		1.8357	
1.550	0.676	0.6757	0.6757	1.628	1.6183	1.6183	2.7778		1.3133	
1.575			0.6847			1.6409	2.7776		1.0600	
1.600	0.694	0.6937	0.6937	1.672	1.6626	1.6626	2.7793		1.4978	
1.625			0.7027			1.6745	2.7817		2.3665	
1.650	0.712	0.7117	0.7117	1.696	1.6871	1.6871	2.7478		1.4005	
1.675			0.7209			1.7101	2.7410		1.0236	
1.700	0.730	0.7298	0.7298	1.738	1.7293	1.7331	2.9211		1.2543	
1.725			0.7380			1.7498	3.0415		1.6382	
1.750	0.746	0.7458	0.7465	1.772	1.7637	1.7650	2.8040		1.5932	
1.775			0.7559			1.7815	1.8193			
1.800	0.762	0.7618	0.7657	1.800	1.7919	1.7988	3.1746			



表 2.6 千葉観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.6 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Chiba well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.052	0.0346	0.0346	0.150	0.1040	0.1040	0.8041	1.3096	0.2557	0.3604
0.050	0.068	0.0593	0.0593	0.208	0.1845	0.1845	1.2579		0.3638	
0.075	0.082	0.0768	0.0768	0.264	0.2494	0.2494	1.5617		0.3933	
0.100	0.096	0.0924	0.0924	0.324	0.3136	0.3136	1.6538	1.7772	0.3991	
0.125	0.110	0.1073	0.1073	0.382	0.3740	0.3740	1.6997		0.4343	0.4809
0.150	0.124	0.1219	0.1219	0.436	0.4296	0.4296	1.7251		0.4440	
0.175	0.138	0.1363	0.1363	0.492	0.4867	0.4867	1.7710		0.4524	
0.200	0.152	0.1505	0.1505	0.544	0.5395	0.5395	1.6287		0.4884	
0.225	0.168	0.1667	0.1667	0.594	0.5901	0.5901	1.6260		0.4840	
0.250	0.182	0.1809	0.1809	0.646	0.6425	0.6425	1.7878		0.4929	
0.275	0.196	0.1950	0.1950	0.694	0.6909	0.6909	1.7534		0.5317	
0.300	0.210	0.2091	0.2091	0.740	0.7372	0.7372	1.9317		0.5419	0.6116
0.325	0.222	0.2212	0.2212	0.786	0.7835	0.7835	1.9417		0.5386	
0.350	0.236	0.2352	0.2352	0.832	0.8297	0.8297	1.7595		0.5491	
0.375	0.250	0.2493	0.2493	0.876	0.8739	0.8739	1.7921		0.5970	
0.400	0.264	0.2634	0.2634	0.916	0.9141	0.9141	1.6251		0.6100	
0.425	0.280	0.2794	0.2794	0.958	0.9562	0.9562	1.7878		0.6084	
0.450	0.292	0.2914	0.2914	0.998	0.9963	0.9963	1.9646		0.6058	
0.475	0.306	0.3055	0.3055	1.040	1.0384	1.0384	1.7498		0.6212	
0.500	0.320	0.3195	0.3195	1.078	1.0765	1.0765	1.8314		0.6588	
0.525			0.3328			1.1149	1.9287	2.0460	0.6542	
0.550	0.346	0.3456	0.3456	1.154	1.1527	1.1527	1.9237		0.6698	0.7405
0.575			0.3588			1.1894	1.9107		0.6925	
0.600	0.372	0.3716	0.3716	1.226	1.2249	1.2249	2.0016		0.7168	
0.625			0.3837			1.2593	2.0963		0.7371	
0.650	0.396	0.3956	0.3956	1.294	1.2930	1.2930	2.0956		0.7364	
0.675			0.4077			1.3272	2.0692		0.7323	
0.700	0.420	0.4197	0.4197	1.362	1.3611	1.3611	2.0956		0.7436	
0.725			0.4316			1.3944	2.0986		0.7583	
0.750	0.444	0.4437	0.4437	1.428	1.4271	1.4271	1.9849		0.7664	
0.775			0.4567			1.4596	1.9023		0.7779	
0.800	0.470	0.4697	0.4697	1.492	1.4912	1.4912	1.9841		0.8075	0.8464
0.825			0.4819			1.5216	2.0978		0.8354	
0.850	0.494	0.4937	0.4937	1.552	1.5513	1.5513	2.1017		0.8384	
0.875			0.5057			1.5813	2.0797		0.8329	
0.900	0.518	0.5177	0.5177	1.612	1.6113	1.6113	2.0955		0.8326	
0.925			0.5296			1.6414	2.0879		0.8321	
0.950	0.542	0.5418	0.5418	1.672	1.6714	1.6714	1.9794		0.8299	
0.975			0.5548			1.7016	1.9030		0.8319	
1.000	0.568	0.5678	0.5678	1.732	1.7314	1.7314	1.9849		0.8439	
1.025			0.5799			1.7608	2.0978		0.8604	
1.050	0.592	0.5918	0.5918	1.790	1.7895	1.7895	2.1008		0.8794	
1.075			0.6038			1.8177	2.0812		0.8957	
1.100	0.616	0.6158	0.6158	1.846	1.8455	1.8455	2.0833		0.8898	
1.125			0.6278			1.8738	2.0855		0.8879	0.9819
1.150	0.640	0.6398	0.6398	1.902	1.9015	1.9015	2.0661		0.9261	
1.175			0.6520			1.9278	2.0690		0.9670	
1.200	0.664	0.6638	0.6638	1.954	1.9535	1.9535	2.1930		0.9679	
1.225			0.6748			1.9796	2.3050		0.9590	
1.250	0.686	0.6858	0.6858	2.006	2.0056	2.0056	2.1739	2.3235	0.9568	
1.275			0.6978			2.0318	2.0569		0.9586	
1.300	0.710	0.7098	0.7098	2.058	2.0576	2.0576	2.1552		0.9844	
1.325			0.7209			2.0826	2.2899		1.0057	
1.350	0.732	0.7318	0.7318	2.108	2.1076	2.1076	2.2946		0.9843	
1.375			0.7428			2.1335	2.2736		0.9594	
1.400	0.754	0.7538	0.7538	2.160	2.1596	2.1596	2.2462		0.9507	
1.425			0.7650			2.1859	2.2441		0.9565	
1.450	0.776	0.7759	0.7759	2.212	2.2116	2.2116	2.3969		1.0028	
1.475			0.7859			2.2358	2.5370		1.0485	
1.500	0.796	0.7959	0.7959	2.260	2.2597	2.2597	2.4050		1.0275	
1.525			0.8067			2.2846	2.2555		0.9978	
1.550	0.818	0.8179	0.8179	2.310	2.3097	2.3097	2.2522		0.9844	
1.575			0.8289			2.3352	2.2753		0.9911	1.0826
1.600	0.840	0.8399	0.8399	2.360	2.3597	2.3597	2.2727		1.0730	
1.625			0.8509			2.3819	2.2753		1.1556	
1.650	0.862	0.8619	0.8619	2.404	2.4037	2.4037	2.2523		1.0965	
1.675			0.8730			2.4276	2.2556		1.0309	
1.700	0.884	0.8839	0.8839	2.452	2.4517	2.4517	2.4038		1.0549	
1.725			0.8939			2.4749	2.5391		1.0915	
1.750	0.904	0.9039	0.9039	2.498	2.4977	2.4977	2.3810		1.0917	
1.775			0.9149			2.5207	2.2388		1.0857	
1.800	0.926	0.9259	0.9259	2.544	2.5437	2.5437	2.3809		1.0919	
1.825			0.9359			2.5665	2.5392		1.0917	
1.850	0.946	0.9459	0.9459	2.590	2.5897	2.5897	2.4039		1.0535	
1.875			0.9567			2.6139	2.2585		1.0298	
1.900	0.968	0.9679	0.9679	2.638	2.6378	2.6378	2.2298		1.0838	
1.925			0.9791			2.6600	2.2603		1.1462	
1.950	0.990	0.9899	0.9899	2.682	2.6818	2.6818	2.3860		1.1355	
1.975			1.0000			2.7042				
2.000	1.006	1.0059	1.0059	2.718	2.7178	2.7269				

表 2.7 養老観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.7 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Yohro well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.032	0.0226	0.0226	0.096	0.0679	0.0679				
0.050	0.044	0.0394	0.0394	0.126	0.1127	0.1127	1.6816	1.8777	0.5017	0.6412
0.075	0.056	0.0531	0.0531	0.166	0.1575	0.1575	1.9355		0.5823	
0.100	0.068	0.0660	0.0660	0.212	0.2057	0.2057	1.8171		0.5293	
0.125	0.082	0.0804	0.0804	0.250	0.2451	0.2451	1.8773		0.5624	
0.150	0.094	0.0927	0.0927	0.284	0.2801	0.2801	1.8880		0.6914	
0.175	0.108	0.1069	0.1069	0.322	0.3188	0.3188	1.8703		0.6817	
0.200	0.120	0.1191	0.1191	0.358	0.3552	0.3552	1.8703		0.6604	
0.225	0.132	0.1312	0.1312	0.394	0.3916	0.3916	2.1157		0.6871	
0.250	0.146	0.1453	0.1453	0.428	0.4259	0.4259	1.8832		0.7070	
0.275	0.158	0.1574	0.1574	0.462	0.4601	0.4601	1.8832		0.7266	
0.300	0.170	0.1694	0.1694	0.492	0.4903	0.4903	2.1053	2.1373	0.7806	0.8866
0.325	0.182	0.1815	0.1815	0.524	0.5225	0.5225	2.0747		0.8054	
0.350	0.194	0.1935	0.1935	0.554	0.5526	0.5526	2.0733		0.7983	
0.375	0.206	0.2055	0.2055	0.584	0.5827	0.5827	2.0862		0.8308	
0.400	0.218	0.2176	0.2176	0.612	0.6108	0.6108	2.0733		0.8591	
0.425	0.230	0.2296	0.2296	0.640	0.6389	0.6389	2.0450		0.8950	
0.450	0.240	0.2396	0.2396	0.668	0.6670	0.6670	2.3112		0.8894	
0.475	0.252	0.2517	0.2517	0.696	0.6950	0.6950	2.2953		0.8969	
0.500	0.264	0.2637	0.2637	0.726	0.7251	0.7251	2.0321		0.8549	
0.525			0.2637				2.1669		0.8572	
0.550	0.286	0.2857	0.2857	0.780	0.7792	0.7792	2.1669		0.9330	
0.575			0.2748				2.3049		0.9385	
0.600	0.310	0.3097	0.3097	0.834	0.8333	0.8333	2.2027		0.9227	
0.625			0.2975				2.0708		0.9218	
0.650	0.334	0.3338	0.3338	0.888	0.8873	0.8873	2.0442		0.9242	
0.675			0.3219				2.0635		0.9242	
0.700	0.356	0.3558	0.3558	0.940	0.9394	0.9394	2.1683	2.2728	0.9391	1.0282
0.725			0.3338				2.2883		0.9596	
0.750	0.378	0.3778	0.3778	0.990	0.9895	0.9895	2.2946		0.9819	
0.775			0.3450				2.2700		1.0002	
0.800	0.400	0.3998	0.3998	1.040	1.0395	1.0395	2.2727		1.0030	
0.825			0.3668				2.2727		1.0006	
0.850	0.422	0.4218	0.4218	1.090	1.0895	1.0895	2.2727		0.9925	
0.875			0.3888				2.2727		0.9940	
0.900	0.444	0.4438	0.4438	1.136	1.1356	1.1356	2.2727		1.0447	
0.925			0.4108				2.2753		1.0949	
0.950	0.466	0.4658	0.4658	1.184	1.1836	1.1836	2.2523		1.0670	
0.975			0.4550				2.2555	2.4044	1.0357	
1.000	0.486	0.4858	0.4858	1.230	1.2296	1.2296	2.4050		1.0506	
1.025			0.4758				2.5402		1.0836	
1.050	0.508	0.5079	0.5079	1.272	1.2716	1.2716	2.3742		1.1471	1.1968
1.075			0.4969				2.2274		1.2014	
1.100	0.528	0.5279	0.5279	1.316	1.3157	1.3157	2.3742		1.1776	
1.125			0.5179				2.5435		1.1328	
1.150	0.550	0.5499	0.5499	1.362	1.3617	1.3617	2.3821		1.0999	
1.175			0.5389				2.2387		1.0823	
1.200	0.570	0.5699	0.5699	1.362	1.3617	1.3617	2.3809		1.0967	
1.225			0.5499				2.5424		1.1333	
1.250	0.592	0.5919	0.5919	1.406	1.4057	1.4057	2.3810		1.1962	
1.275			0.5809				2.2413		1.2573	
1.300	0.612	0.6119	0.6119	1.446	1.4457	1.4457	2.3585		1.2690	
1.325			0.5919				2.5210		1.2545	
1.350	0.632	0.6319	0.6319	1.486	1.4857	1.4857	2.5253		1.2071	
1.375			0.6020				2.5253		1.1766	
1.400	0.652	0.6519	0.6519	1.528	1.5277	1.5277	2.4938		1.2607	
1.425			0.6219				2.5253		1.3462	
1.450	0.674	0.6739	0.6739	1.570	1.5655	1.5655	2.5210		1.2569	
1.475			0.6418				2.3585		1.1715	
1.500	0.694	0.6939	0.6939	1.612	1.6077	1.6077	2.2438		1.1950	
1.525			0.6629				2.3585		1.2455	1.3199
1.550	0.714	0.7139	0.7139	1.652	1.6479	1.6479	2.5210	2.6087	1.2817	
1.575			0.6739				2.5252		1.3126	
1.600	0.734	0.7339	0.7339	1.690	1.6861	1.6861	2.5000		1.3179	
1.625			0.7240				2.4752		1.3120	
1.650	0.752	0.7519	0.7519	1.728	1.7242	1.7242	2.4794		1.3106	
1.675			0.7429				2.6596		1.3075	
1.700	0.772	0.7719	0.7719	1.766	1.7624	1.7624	2.8222		1.3172	
1.725			0.7519				2.6596		1.3172	
1.750	0.792	0.7919	0.7919	1.804	1.8005	1.8005	2.4824		1.3193	
1.775			0.7618				2.4510		1.2662	
1.800	0.810	0.8099	0.8099	1.844	1.8406	1.8406	2.4824		1.2330	
1.825			0.7821				2.4824		1.3127	
1.850	0.830	0.8299	0.8299	1.880	1.8767	1.8767	2.6596		1.4028	
1.875			0.8009				2.8262		1.3602	
1.900	0.848	0.8479	0.8479	1.918	1.9149	1.9149	2.6316		1.3036	
1.925			0.8199				2.4590		1.2900	
1.950	0.868	0.8679	0.8679	1.956	1.9530	1.9530	2.6316		1.3007	
1.975	0.880	0.8799	0.8799	1.990	1.9871	1.9871	2.6110		1.4137	
2.000			0.8580	2.018	2.0151	2.0151	2.4531		1.4982	
			0.8766				2.6831		1.3538	
			0.8849							



表 2.8 富津観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.8 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Futtsu well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Diff.	Mean
0.025	0.030	0.0200	0.0200	0.200	0.1332	0.1332	1.5806	1.3782	0.2370	0.5566
0.050	0.046	0.0401	0.0401	0.246	0.2146	0.2146			0.3856	
0.075	0.060	0.0562	0.0562	0.292	0.2736	0.2736	1.4272		0.4437	
0.100	0.078	0.0751	0.0751	0.342	0.3293	0.3293	1.4514	1.8280	0.4962	
0.125	0.092	0.0898	0.0898	0.384	0.3747	0.3747	1.9169		0.5687	
0.150	0.104	0.1022	0.1022	0.426	0.4188	0.4188	1.8987		0.5710	
0.175	0.118	0.1165	0.1165	0.468	0.4621	0.4621	1.7351		0.5984	
0.200	0.132	0.1307	0.1307	0.508	0.5031	0.5031	1.7606		0.5768	
0.225	0.146	0.1449	0.1449	0.552	0.5478	0.5478	1.7668		0.6136	0.6940
0.250	0.160	0.1590	0.1590	0.588	0.5843	0.5843	1.7534		0.6787	
0.275	0.174	0.1731	0.1731	0.626	0.6228	0.6228	1.9330		0.6454	
0.300	0.186	0.1852	0.1852	0.664	0.6611	0.6611	1.9072		0.6705	
0.325	0.200	0.1993	0.1993	0.700	0.6974	0.6974	1.9169		0.6885	
0.350	0.212	0.2113	0.2113	0.736	0.7337	0.7337	1.9157	2.0252	0.7091	
0.375	0.226	0.2254	0.2254	0.770	0.7679	0.7679	1.8916		0.7324	
0.400	0.238	0.2374	0.2374	0.804	0.8020	0.8020	2.1337		0.7504	
0.425	0.250	0.2495	0.2495	0.836	0.8342	0.8342	1.8904		0.8110	0.8550
0.450	0.264	0.2635	0.2635	0.866	0.8643	0.8643	1.8999		0.8041	
0.475	0.276	0.2755	0.2755	0.898	0.8964	0.8964	2.1134		0.7979	
0.500	0.288	0.2875	0.2875	0.928	0.9265	0.9265	2.0794		0.8455	
0.525			0.2995			0.9558	2.0711		0.8616	
0.550	0.312	0.3116	0.3116	0.986	0.9847	0.9847	2.0960		0.8630	
0.575			0.3235			1.0138	2.0994		0.8585	
0.600	0.336	0.3356	0.3356	1.044	1.0429	1.0429	1.9802		0.8598	
0.625			0.3487			1.0720	1.8922		0.8607	
0.650	0.362	0.3617	0.3617	1.102	1.1010	1.1010	1.9952		0.8607	
0.675			0.3737			1.1301	2.1134		0.8613	
0.700	0.386	0.3857	0.3857	1.160	1.1591	1.1591	2.0008		0.8546	
0.725			0.3987			1.1885	1.9004		0.8567	
0.750	0.412	0.4117	0.4117	1.218	1.2172	1.2172	1.9849		0.8890	0.9648
0.775			0.4238			1.2447	2.0986		0.9286	
0.800	0.436	0.4357	0.4357	1.272	1.2712	1.2712	2.0956		0.9497	
0.825			0.4477			1.2974	2.0735		0.9615	
0.850	0.460	0.4598	0.4598	1.324	1.3233	1.3233	2.0610	2.2032	0.9606	
0.875			0.4720			1.3495	2.0697		0.9583	
0.900	0.484	0.4838	0.4838	1.376	1.3753	1.3753	2.1939		0.9833	
0.925			0.4948			1.4004	2.3049		1.0054	
0.950	0.506	0.5058	0.5058	1.426	1.4254	1.4254	2.1739		0.9681	
0.975			0.5178			1.4519	2.0548		0.9476	
1.000	0.530	0.5298	0.5298	1.478	1.4774	1.4774	2.1739		1.0449	1.1146
1.025			0.5408			1.4998	2.3077		1.1583	
1.050	0.552	0.5518	0.5518	1.522	1.5215	1.5215	2.1739		1.0903	
1.075			0.5638			1.5457	2.0569		1.0230	
1.100	0.576	0.5758	0.5758	1.570	1.5695	1.5695	2.1552		1.1163	
1.125			0.5869			1.5905	2.2901		1.2180	
1.150	0.598	0.5978	0.5978	1.612	1.6115	1.6115	2.2936		1.1163	
1.175			0.6088			1.6353	2.2727		1.0251	
1.200	0.620	0.6198	0.6198	1.660	1.6595	1.6595	2.2523	2.4053	1.0716	
1.225			0.6310			1.6819	2.2555		1.1421	
1.250	0.642	0.6418	0.6418	1.704	1.7036	1.7036	2.4050		1.1505	
1.275			0.6518			1.7255	2.5400		1.1397	
1.300	0.662	0.6618	0.6618	1.748	1.7476	1.7476	2.3757		1.1059	
1.325			0.6728			1.7706	2.2273		1.0817	
1.350	0.684	0.6839	0.6839	1.794	1.7936	1.7936	2.3731		1.0946	
1.375			0.6939			1.8161	2.5526		1.1269	
1.400	0.706	0.7059	0.7038	1.842	1.8416	1.8375	2.3985		1.2754	
1.425			0.7148			1.8558	2.2329		1.3844	
1.450	0.726	0.7259	0.7259	1.876	1.8757	1.8757	2.3385		1.0194	
1.475			0.7361			1.9048	2.5235		0.8009	
1.500	0.746	0.7459	0.7459	1.936	1.9357	1.9357	2.5297		0.8748	
1.525			0.7559			1.9612	2.4994		1.0549	
1.550	0.766	0.7659	0.7659	1.984	1.9837	1.9837	2.4752		1.1628	
1.575			0.7761			2.0045	2.4794	2.6913	1.2602	
1.600	0.786	0.7859	0.7859	2.024	2.0237	2.0237	2.6596		1.2953	
1.625			0.7949			2.0432	2.8262		1.3049	1.3212
1.650	0.804	0.8039	0.8039	2.062	2.0617	2.0617	2.6316		1.4204	
1.675			0.8139			2.0786	2.4590		1.5019	
1.700	0.824	0.8239	0.8239	2.096	2.0957	2.0957	2.6316		1.3587	
1.725			0.8329			2.1154	2.8302		1.2325	
1.750	0.842	0.8419	0.8419	2.136	2.1357	2.1357	2.6316		1.2500	
1.775			0.8519			2.1552	2.4620		1.3117	
1.800	0.862	0.8619	0.8619	2.174	2.1737	2.1737	2.6042		1.4128	
1.825			0.8710			2.1907	2.8042		1.4976	
1.850	0.880	0.8799	0.8799	2.208	2.2077	2.2077	2.8053		1.3828	
1.875			0.8889			2.2268	2.7714		1.2828	
1.900	0.898	0.8979	0.8979	2.246	2.2458	2.2458	2.7959		1.4547	
1.925			0.9068			2.2616	2.8154		1.5304	
1.950	0.914	0.9139	0.9139	2.276	2.2758	2.2758	2.8161		1.1815	
1.975			0.9246			2.3040				
2.000	0.930	0.9299	0.9335	2.320	2.3198	2.3304				

表 2.9 成田観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.9 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Narita well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.064	0.0412	0.0412	0.160	0.1136	0.1136	1.0552	1.7184	0.3055	0.4291
0.050	0.062	0.0533	0.0533	0.214	0.1917	0.1917	4.5113		0.3371	
0.075	0.064	0.0595	0.0595	0.276	0.2620	0.2620	2.7650		0.3748	
0.100	0.076	0.0729	0.0729	0.336	0.3261	0.3261	1.5848		0.3953	
0.125	0.092	0.0895	0.0895	0.396	0.3884	0.3884	1.5789		0.4260	
0.150	0.106	0.1040	0.1040	0.450	0.4440	0.4440	1.7564		0.4457	
0.175	0.120	0.1183	0.1183	0.506	0.5010	0.5010	1.7564		0.4528	
0.200	0.134	0.1325	0.1325	0.558	0.5538	0.5538	1.7616		0.4873	0.5365
0.225	0.148	0.1467	0.1467	0.608	0.6043	0.6043	1.7595		0.4936	
0.250	0.162	0.1609	0.1609	0.658	0.6548	0.6548	1.7668		0.5159	
0.275	0.176	0.1750	0.1750	0.704	0.7012	0.7012	1.7741	1.8665	0.5433	
0.300	0.190	0.1891	0.1891	0.750	0.7475	0.7475	1.7720		0.5387	
0.325	0.204	0.2032	0.2032	0.796	0.7937	0.7937	1.7804		0.5512	
0.350	0.218	0.2172	0.2172	0.840	0.8379	0.8379	1.7585		0.5786	0.6230
0.375	0.232	0.2313	0.2313	0.882	0.8801	0.8801	1.9405		0.6101	
0.400	0.244	0.2433	0.2433	0.922	0.9202	0.9202	1.9157		0.6253	
0.425	0.258	0.2574	0.2574	0.962	0.9604	0.9604	1.9145		0.6225	
0.450	0.270	0.2694	0.2694	1.002	1.0005	1.0005	1.9255		0.6262	
0.475	0.284	0.2834	0.2834	1.042	1.0406	1.0406	1.9113		0.6064	
0.500	0.296	0.2955	0.2955	1.084	1.0827	1.0827	1.9656		0.6008	
0.525			0.3092			1.1233	1.7564		0.6259	
0.550	0.324	0.3235	0.3235	1.164	1.1628	1.1628	1.8213		0.6352	
0.575			0.3366			1.2021	1.9386		0.6407	
0.600	0.350	0.3496	0.3496	1.242	1.2409	1.2409	1.8746		0.6422	
0.625			0.3633			1.2798	1.8084		0.6486	0.7119
0.650	0.378	0.3776	0.3771	1.320	1.3190	1.3175	1.8469		0.6877	
0.675			0.3903			1.3526	1.8942		0.7267	
0.700	0.404	0.4036	0.4036	1.388	1.3871	1.3871	1.8582		0.7066	
0.725			0.4173			1.4235	1.8201		0.6806	
0.750	0.434	0.4337	0.4310	1.468	1.4672	1.4600	1.8253		0.6939	
0.775			0.4446			1.4953	1.8708		0.7261	
0.800	0.458	0.4577	0.4577	1.530	1.5293	1.5293	1.9000		0.7144	
0.825			0.4707			1.5645	2.0453		0.7538	
0.850	0.482	0.4817	0.4817	1.594	1.5933	1.5933	2.5877	5.2420	1.1164	2.9072
0.875			0.4899			1.6094	3.6253		2.1277	
0.900	0.496	0.4957	0.4957	1.620	1.6194	1.6194	5.1760		2.2472	
0.925			0.4999			1.6323	6.6615		1.9940	
0.950	0.504	0.5038	0.5038	1.644	1.6434	1.6434	5.1760		2.7100	
0.975			0.5097			1.6509	4.0107		3.8168	
1.000	0.516	0.5158	0.5158	1.658	1.6575	1.6575	4.3140		3.2362	
1.025			0.5211			1.6665	5.0119		2.6667	
1.050	0.526	0.5258	0.5258	1.676	1.6755	1.6755	5.8139		3.1546	
1.075			0.5298			1.6824	6.4795		3.7574	
1.100	0.534	0.5338	0.5338	1.690	1.6896	1.6896	5.5556		2.9309	
1.125			0.5388			1.6995	4.8387		2.4124	
1.150	0.544	0.5438	0.5438	1.710	1.7096	1.7096	5.5555		2.6624	
1.175			0.5478			1.7180	6.5309		3.1455	
1.200	0.552	0.5518	0.5518	1.726	1.7256	1.7256	5.5031		3.6486	
1.225			0.5569			1.7321	4.8336		3.7296	
1.250	0.562	0.5618	0.5618	1.740	1.7397	1.7397	5.5973		2.7381	
1.275			0.5657			1.7504	7.1719		2.0815	
1.300	0.568	0.5678	0.5692	1.758	1.7577	1.7626	6.7803		2.1702	

表 2.10 江戸崎観測井における P 波 S 波初動読取值 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.10 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Edosaki well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.042	0.0269	0.0269	0.522	0.2767	0.2767	1.5666	1.6801	0.2414	0.3171
0.050	0.054	0.0463	0.0463	0.532	0.4154	0.4154	1.6863		0.3057	
0.075	0.066	0.0613	0.0613	0.572	0.5047	0.5047	1.6556		0.3414	
0.100	0.080	0.0766	0.0766	0.630	0.5849	0.5849	1.7291		0.4010	0.5121
0.125	0.094	0.0914	0.0914	0.684	0.6515	0.6515	1.6086		0.4394	
0.150	0.108	0.1059	0.1059	0.736	0.7111	0.7111	1.6173		0.4596	
0.175	0.124	0.1222	0.1222	0.786	0.7662	0.7662	1.7741		0.4915	
0.200	0.138	0.1365	0.1365	0.836	0.8198	0.8198	1.7483		0.5065	
0.225	0.152	0.1507	0.1507	0.882	0.8684	0.8684	1.9243	1.9193	0.5389	
0.250	0.166	0.1648	0.1648	0.930	0.9183	0.9183	1.9330		0.5388	
0.275	0.178	0.1770	0.1770	0.972	0.9619	0.9619	1.7606		0.5393	
0.300	0.192	0.1910	0.1910	1.020	1.0111	1.0111	1.7513		0.5725	
0.325	0.206	0.2051	0.2051	1.062	1.0540	1.0540	1.9317		0.5848	0.6735
0.350	0.220	0.2192	0.2192	1.106	1.0988	1.0988	1.9417		0.6002	
0.375	0.232	0.2313	0.2313	1.146	1.1395	1.1395	1.7381		0.6140	
0.400	0.246	0.2453	0.2453	1.188	1.1821	1.1821	1.9392		0.6560	
0.425	0.260	0.2594	0.2594	1.226	1.2206	1.2206	1.9255		0.6510	
0.450	0.272	0.2714	0.2714	1.264	1.2590	1.2590	1.9017		0.6548	
0.475	0.286	0.2854	0.2854	1.302	1.2974	1.2974	2.0234		0.6332	
0.500	0.298	0.2975	0.2975	1.340	1.3357	1.3357	1.9023		0.6238	
0.525			0.3104			1.3760	1.9745		0.7232	
0.550	0.324	0.3235	0.3235	1.418	1.4143	1.4143	2.0973		0.8608	
0.575			0.3357			1.4453	2.0276		0.7600	
0.600	0.348	0.3476	0.3476	1.478	1.4747	1.4747	2.0359		0.7011	
0.625			0.3602			1.5107	2.4777		0.9200	2.3113
0.650	0.372	0.3716	0.3716	1.546	1.5431	1.5431	3.2169	4.3874	1.4437	
0.675			0.3803			1.5646	3.4578		1.7712	
0.700	0.388	0.3876	0.3876	1.582	1.5794	1.5794	3.5176		2.0166	
0.725			0.3950			1.5933	3.8880		3.0637	
0.750	0.402	0.4017	0.4017	1.606	1.6037	1.6037	4.2101		4.3602	
0.775			0.4079			1.6102	4.2445		2.9002	
0.800	0.414	0.4137	0.4137	1.674	1.6166	1.6166	4.1691		2.0220	
0.825			0.4197			1.6277	4.0783		2.0947	
0.850	0.426	0.4257	0.4257	1.692	1.6403	1.6403	4.0714		2.2504	
0.875			0.4319			1.6514	4.6040		1.8939	
0.900	0.438	0.4378	0.4378	1.710	1.6632	1.6632	5.1635		1.7141	
0.925			0.4428			1.6776	4.5496		2.1920	
0.950	0.448	0.4478	0.4478	1.734	1.6912	1.6912	4.0619		3.0329	
0.975			0.4538			1.7004	4.4643		2.5419	
1.000	0.460	0.4598	0.4598	1.748	1.7089	1.7089	5.0718		2.0927	
1.025			0.4649			1.7203	5.2083		2.2203	
1.050	0.470	0.4698	0.4698	1.768	1.7321	1.7321	5.0652		2.4506	
1.075			0.4747			1.7427	4.5058		2.3955	
1.100	0.480	0.4798	0.4798	1.786	1.7528	1.7528	4.0994		2.3966	
1.125			0.4857			1.7635	4.2318		2.7721	
1.150	0.492	0.4918	0.4918	1.804	1.7733	1.7733				
1.175			0.4975			1.7815				
1.200	0.502	0.5018	0.5029	1.916	1.7873	1.7887				

表 2. 11 真岡観測井における P 波 S 波初動読取値 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2. 11 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Mohka well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.024	0.0182	0.0182	0.096	0.0699	0.0699	1.2685	1.6404	0.4721	0.4623
0.050	0.030	0.0276	0.0276	0.138	0.1249	0.1249			0.4380	
0.075	0.050	0.0481	0.0481	0.192	0.1832	0.1832	1.3556		0.4263	
0.100	0.064	0.0626	0.0626	0.246	0.2395	0.2395	1.7762		0.4925	
0.125	0.078	0.0769	0.0769	0.288	0.2830	0.2830	1.8880	2.1050	0.7009	
0.150	0.090	0.0891	0.0891	0.318	0.3142	0.3142	2.0877		0.7238	0.8803
0.175	0.102	0.1012	0.1012	0.356	0.3528	0.3528	2.0964		0.7162	
0.200	0.114	0.1133	0.1133	0.386	0.3834	0.3834	1.8610		0.7744	
0.225	0.128	0.1274	0.1274	0.420	0.4177	0.4177	2.0647		0.7951	
0.250	0.138	0.1375	0.1375	0.448	0.4460	0.4460	2.3346		0.8579	
0.275	0.150	0.1495	0.1495	0.478	0.4763	0.4763	2.0464		0.8899	
0.300	0.162	0.1616	0.1616	0.504	0.5025	0.5025	2.0747		0.8884	
0.325	0.174	0.1736	0.1736	0.534	0.5326	0.5326	2.0747		0.8847	
0.350	0.186	0.1857	0.1857	0.560	0.5587	0.5587	2.0450		0.9399	
0.375	0.198	0.1977	0.1977	0.588	0.5868	0.5868	2.3095		0.8494	
0.400	0.208	0.2077	0.2077	0.618	0.6169	0.6169	2.3077		0.8542	
0.425	0.220	0.2197	0.2197	0.646	0.6450	0.6450	2.0562		0.8894	
0.450	0.232	0.2317	0.2317	0.674	0.6731	0.6731	2.0450	2.3346	0.9360	
0.475	0.244	0.2438	0.2438	0.700	0.6991	0.6991	2.2744		0.8869	
0.500	0.254	0.2538	0.2538	0.730	0.7292	0.7292	2.4537		0.8684	
0.525			0.2646			0.7556	2.2582		1.0098	
0.550	0.276	0.2758	0.2758	0.780	0.7793	0.7793	2.2249		1.0645	1.2240
0.575			0.2869			0.8028	2.2617		1.0850	
0.600	0.298	0.2978	0.2978	0.826	0.8254	0.8254	2.3810		1.1101	
0.625			0.3080			0.8479	2.5208		1.1331	
0.650	0.318	0.3178	0.3178	0.870	0.8694	0.8694	2.5012		1.1834	
0.675			0.3279			0.8901	2.4804	2.8503	1.2448	
0.700	0.338	0.3378	0.3378	0.910	0.9095	0.9095	2.6233		1.3351	
0.725			0.3470			0.9277	2.7820		1.4061	
0.750	0.356	0.3559	0.3559	0.946	0.9455	0.9455	2.7996		1.3495	
0.775			0.3649			0.9647	2.7752		1.2965	1.5801
0.800	0.374	0.3739	0.3739	0.984	0.9836	0.9836	2.7793		1.3714	
0.825			0.3829			1.0011	2.7776		1.4792	
0.850	0.392	0.3919	0.3919	1.018	1.0176	1.0176	2.7778		1.5253	
0.875			0.4009			1.0339	2.7816		1.5592	
0.900	0.410	0.4099	0.4099	1.050	1.0496	1.0496	2.7473		1.6308	
0.925			0.4190			1.0647	2.7561		1.6747	
0.950	0.428	0.4279	0.4279	1.080	1.0797	1.0797	2.9412		1.6202	
0.975			0.4360			1.0956	3.1480		1.5534	
1.000	0.444	0.4439	0.4439	1.112	1.1117	1.1117	3.2051		1.5649	
1.025			0.4517			1.1275	3.1529		1.5757	
1.050	0.460	0.4599	0.4599	1.144	1.1437	1.1437	2.9070		1.4793	
1.075			0.4689			1.1612	2.7347		1.4267	
1.100	0.478	0.4779	0.4779	1.186	1.1781	1.1781	2.9070	3.3348	1.6010	
1.125			0.4860			1.1924	3.1629		1.8114	1.8404
1.150	0.494	0.4939	0.4939	1.214	1.2065	1.2065	3.1250		1.6523	
1.175			0.5020			1.2228	3.0880		1.5081	
1.200	0.510	0.5099	0.5099	1.246	1.2390	1.2390	3.3784		1.6197	
1.225			0.5169			1.2535	3.6519		1.7846	
1.250	0.524	0.5239	0.5239	1.274	1.2674	1.2674	3.3333		1.7649	
1.275			0.5319			1.2819	3.0612		1.7395	
1.300	0.540	0.5399	0.5399	1.302	1.2957	1.2957	3.3333		1.9724	
1.325			0.5469			1.3075	3.6586		2.1485	
1.350	0.554	0.5539	0.5539	1.326	1.3201	1.3201	3.3333		1.6573	
1.375			0.5619			1.3374	3.0612		1.3915	
1.400	0.570	0.5699	0.5699	1.360	1.3544	1.3544	3.3333		1.7223	
1.425			0.5769			1.3663	3.6585		2.3647	
1.450	0.584	0.5839	0.5839	1.382	1.3766	1.3766	3.3333		2.3310	
1.475			0.5919			1.3882	3.0612		2.0655	
1.500	0.600	0.5999	0.5999	1.406	1.4009	1.4009	3.3333		1.8342	
1.525			0.6069			1.4154	3.6636		1.6552	
1.550	0.614	0.6139	0.6139	1.436	1.4311	1.4311	3.2998		1.4821	
1.575			0.6220			1.4485	3.0528		1.4933	
1.600	0.630	0.6299	0.6299	1.468	1.4633	1.4633	3.4196		2.1380	
1.625	0.638	0.6379	0.6366	1.478	1.4735	1.4721			1.4933	
1.650			0.6431			1.4796				



表 2.12 伊勢崎観測井における P 波 S 波初動読取值 (Obs.), オフセット補正後の垂直走時 (Normal), 内挿補完後の走時 (Int.), 数値微分による速度 (Dif.) および平均速度 (Mean)

Table 2.12 Readings of P and S wave first arrival (Obs.), normal times after offset correction (Normal), travel times interpolated at every 25 m (Int.), velocities estimated by differentiation (Dif.), and layered velocity structure approximated (Mean) for Isesaki well.

Depth (km)	Travel time (sec)						Velocity (km/sec)			
	P-wave			S-wave			P-wave		S-wave	
	Obs.	Normal	Int.	Obs.	Normal	Int.	Dif.	Mean	Dif.	Mean
0.025	0.045	0.0176	0.0176	0.1500	0.068	0.0682	1.8237	1.9479	0.2383	0.4798
0.050	0.050	0.0323	0.0323	0.1880	0.134	0.1343	1.6438		0.5502	
0.075	0.060	0.0472	0.0472	0.2180	0.183	0.1825	1.7534		0.4448	
0.100	0.070	0.0603	0.0603	0.2720	0.244	0.2443	2.1930		0.5397	0.9219
0.125	0.078	0.0705	0.0705	0.2940	0.274	0.2737	2.3962	2.4294	0.8636	
0.150	0.088	0.0819	0.0819	0.3240	0.308	0.3080	2.0107		0.6769	
0.175	0.100	0.0948	0.0948	0.3580	0.345	0.3447	2.0661		0.8115	
0.200	0.110	0.1055	0.1055	0.3800	0.369	0.3691	2.6858		1.0917	
0.225	0.118	0.1141	0.1141	0.4020	0.393	0.3928	2.6178		1.0040	
0.250	0.128	0.1246	0.1246	0.4260	0.418	0.4180	2.6455		1.1295	
0.275	0.136	0.1330	0.1330	0.4440	0.437	0.4371	2.7223		1.2965	
0.300	0.146	0.1433	0.1433	0.4640	0.458	0.4579	2.4019		1.1411	
0.325	0.156	0.1535	0.1535	0.4860	0.481	0.4806	2.4530		1.1144	
0.350	0.166	0.1637	0.1637	0.5080	0.503	0.5031	2.4896		1.0442	
0.375	0.176	0.1739	0.1739	0.5340	0.530	0.5295	2.2091		0.8716	
0.400	0.188	0.1860	0.1860	0.5660	0.562	0.5618	2.2539		0.6240	
0.425	0.198	0.1961	0.1961	0.6100	0.606	0.6060	2.2523	2.2733	0.6593	
0.450	0.210	0.2082	0.2082	0.6380	0.634	0.6343	2.2189		1.0989	
0.475	0.220	0.2183	0.2183	0.6580	0.655	0.6545	2.5112		1.2222	
0.500	0.230	0.2284	0.2284	0.6800	0.677	0.6768	2.5195		1.0886	
0.525			0.2382			0.7005	2.5127		1.0020	
0.550	0.250	0.2486	0.2486	0.7300	0.727	0.7271	2.2407		0.8745	
0.575			0.2605			0.7575	2.0410		0.7931	
0.600	0.274	0.2727	0.2727	0.7920	0.789	0.7894	2.1106		0.7831	
0.625			0.2841			0.8207	2.2623		0.8221	0.9797
0.650	0.296	0.2948	0.2948	0.8520	0.850	0.8496	2.4390		0.9330	
0.675			0.3047			0.8742	2.5415		1.0927	
0.700	0.316	0.3149	0.3149	0.8980	0.896	0.8958	2.2614		1.2195	
0.725			0.3268			0.9158	2.0360		1.2656	
0.750	0.340	0.3390	0.3390	0.9380	0.936	0.9360	2.1331		1.1734	
0.775			0.3502			0.9588	2.2943		1.0386	
0.800	0.362	0.3610	0.3610	0.9860	0.984	0.9842	2.2883		0.9268	
0.825			0.3720			1.0125	2.2607		0.8529	
0.850	0.384	0.3831	0.3831	1.0440	1.042	1.0423	2.2472		0.8377	
0.875			0.3942			1.0718	2.2573		0.8576	
0.900	0.406	0.4051	0.4051	1.1020	1.100	1.1004	2.3981	2.3880	0.8945	
0.925			0.4152			1.1275	2.5242		0.9557	
0.950	0.426	0.4252	0.4252	1.1540	1.153	1.1525	2.3753		1.0659	
0.975			0.4362			1.1747	2.2405		1.1570	
1.000	0.448	0.4472	0.4472	1.1980	1.197	1.1966	2.3753		1.0860	
1.025			0.4572			1.2210	2.5275		0.9941	
1.050	0.468	0.4673	0.4673	1.2480	1.247	1.2466	2.3742		0.9571	
1.075			0.4783			1.2729	2.2420		0.9507	
1.100	0.490	0.4893	0.4893	1.3000	1.299	1.2987	2.3607		1.0128	
1.125			0.4994			1.3222	2.5219		1.0917	
1.150	0.510	0.5093	0.5093	1.3460	1.345	1.3448	2.5176		1.1279	
1.175			0.5193			1.3669	2.4858		1.1132	
1.200	0.530	0.5294	0.5294	1.3960	1.390	1.3903	2.4679	2.6562	1.0042	
1.225			0.5396			1.4167	2.4804		0.9079	
1.250	0.550	0.5494	0.5494	1.4500	1.445	1.4445	2.6610		0.9418	
1.275			0.5584			1.4701	2.8258		0.9552	
1.300	0.568	0.5674	0.5674	1.5040	1.499	1.4987	2.6330		0.7477	
1.325			0.5774			1.5363	2.4631		0.6467	
1.350	0.588	0.5874	0.5874	1.5800	1.573	1.5727	2.5961		0.7996	
1.375			0.5966			1.5982	2.7820		1.1224	
1.400	0.606	0.6055	0.6055	1.6260	1.619	1.6190	2.8313		1.2456	
1.425			0.6144			1.6394	2.8011		1.2120	
1.450	0.624	0.6235	0.6235	1.6680	1.661	1.6613	2.6055		1.0032	
1.475			0.6335			1.6891	2.4680		0.8634	
1.500	0.644	0.6435	0.6435	1.7240	1.718	1.7175	2.5773	2.8798	0.9461	
1.525			0.6528			1.7416	2.7814		1.0977	
1.550	0.662	0.6615	0.6615	1.7700	1.764	1.7638	2.9780		1.1246	
1.575			0.6696			1.7862	3.1397		1.1238	1.0670
1.600	0.678	0.6775	0.6775	1.8140	1.808	1.8080	3.2342		1.2022	
1.625			0.6853			1.8282	3.1634		1.2235	
1.650	0.694	0.6936	0.6936	1.8560	1.850	1.8502	2.7085		0.9842	
1.675			0.7036			1.8786	2.4292		0.8526	
1.700	0.714	0.7136	0.7136	1.9120	1.906	1.9064	2.7488		1.0549	
1.725			0.7218			1.9260	3.2203		1.3879	
1.750	0.730	0.7296	0.7296	1.9500	1.945	1.9446	3.0120		1.2077	
1.775			0.7385			1.9681	2.7523		0.9634	
1.800	0.748	0.7476	0.7476	2.0000	1.995	1.9948	2.7174		0.9578	
1.825			0.7568				2.7561			
1.850	0.766	0.7656	0.7656				2.9762			
1.875			0.7736				3.1900			
1.900	0.782	0.7816	0.7816				2.9168			
1.925			0.7907				2.7202			
1.950	0.800	0.7996	0.7996				2.9991			
1.975			0.8073				3.4754			
2.000	0.812	0.8116	0.8116				3.3694			